Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013



Gambar Teknik Mesin 1

UNTUK SMK / MAK KELAS XII

HALAMAN FRANCIS

Penulis	**: Joko Santoso**
Editor Materi	**: Sonny**
Editor Bahasa	**:**
Ilustrasi Sampul	**:**
Desain & Ilustrasi Buku	**: PPPPTK BOE Malang**

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com

DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Installasi Pemesinan Kapal Edisi Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta

KATA PENGANTAR

Implementasi kurikulum 2013 yang mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 memberikan konsekuensi terjadinya perubahan, antara lain dari pengajaran (*teaching*) menjadi pembelajaran (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Buku teks ″Gambar Teknik Mesin″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″Gambar Teknik Mesin″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah (penerapan saintifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku tek Siswa untuk Mata Pelajaran Gambar Teknik Mesin kelas XII Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

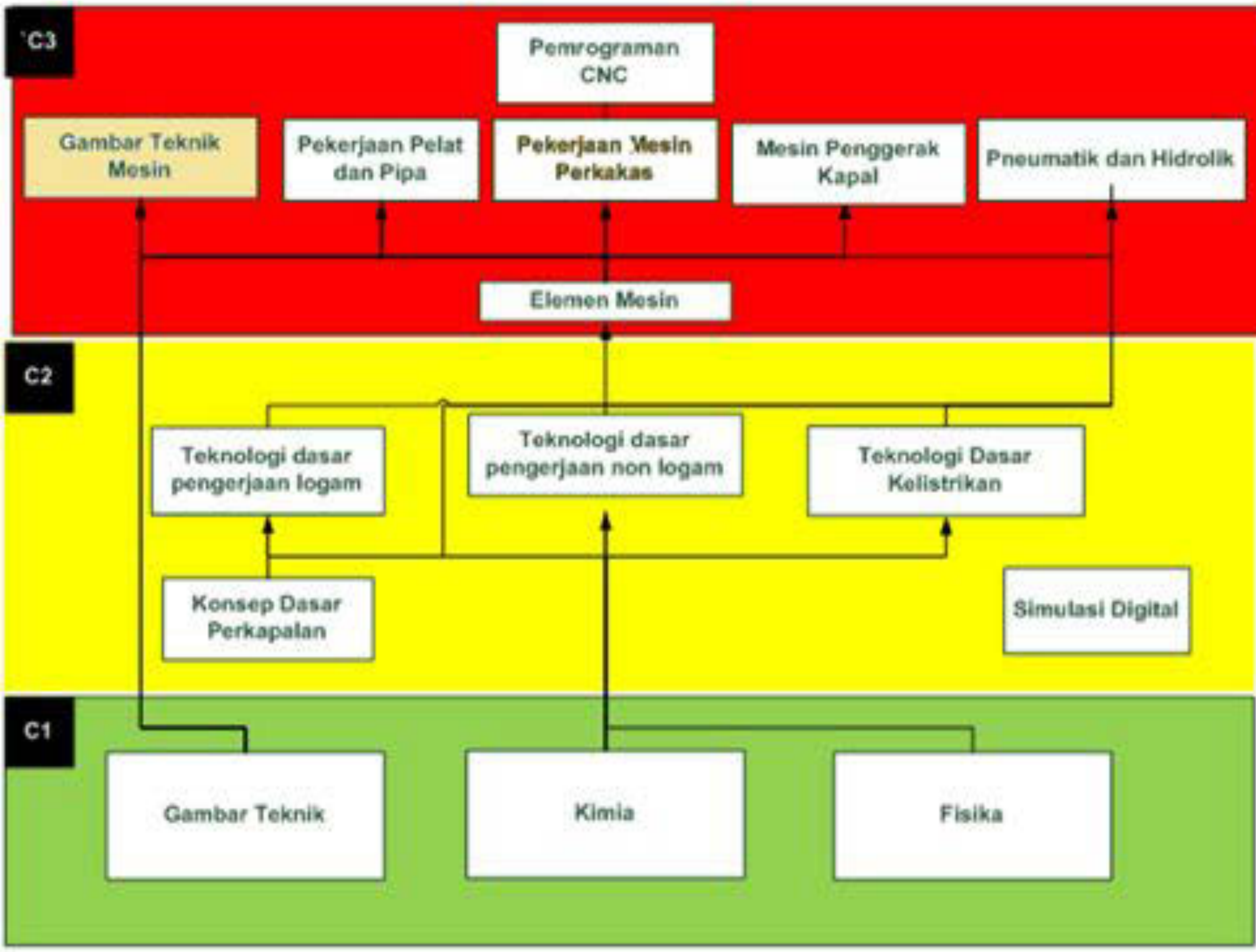
Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

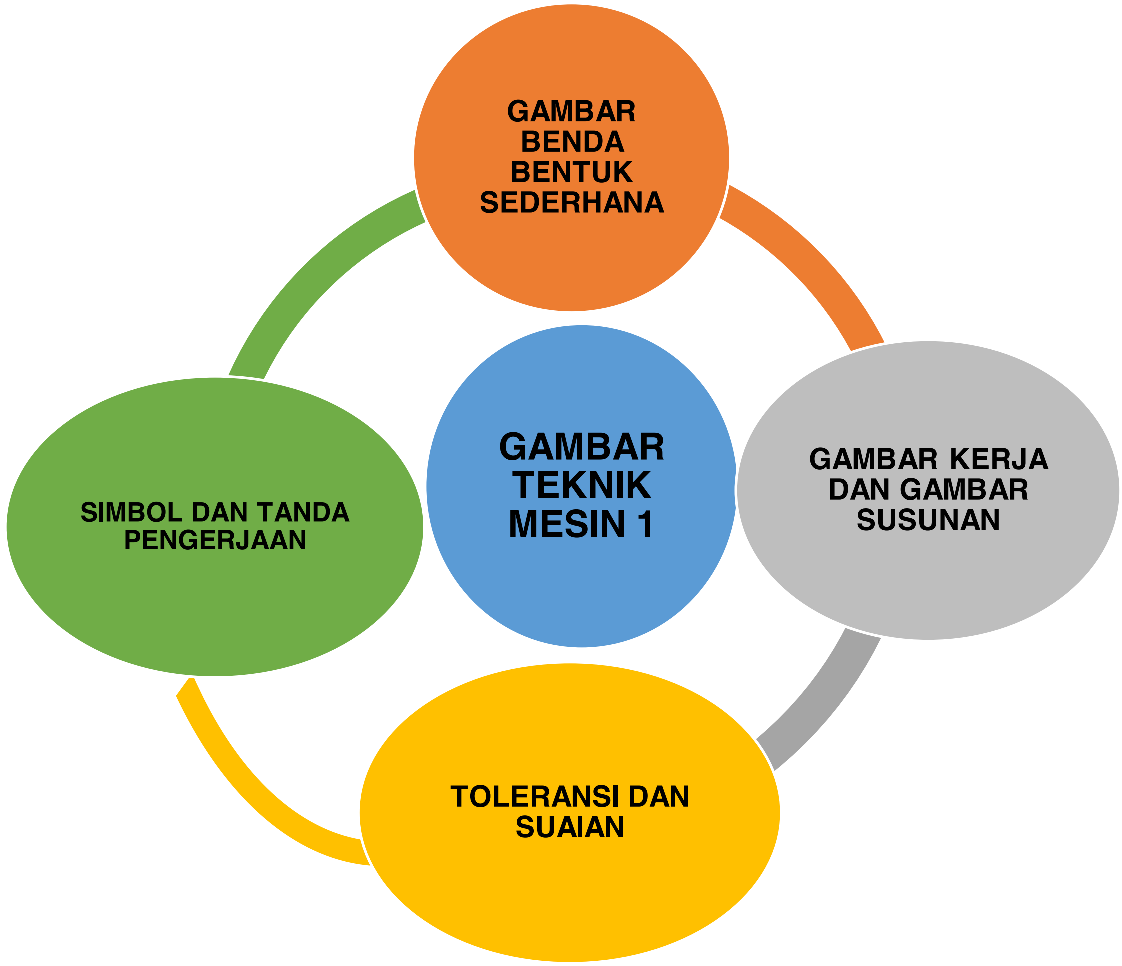
Konsepdasarkapalterhadapmatapelajaran yang lain



Gambar 3. Peta Kedudukan Bahan Ajar Kelompok C3

Mata Pelajaran Gambar Teknik Mesin 1

KESATUAN MATERI



Gambar 3. Peta konsep mata pelajaran Gambar Teknik Mesin

DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN

DESKRIPSI

Gambar Teknik berfungsi untuk penyampaian informasi, penyimpanan dan penggunaan keterangan (data teknis), dan cara-cara pemikiran (perencanaan) dalam penyiapan informasi. Padagambar teknik mesin, ada beberapa standar yang dipergunakan sebagai acuan. Untuk buku tentang menggambar mesin mesin ini dipergunakan standar ISO. Buku ini diharapkan dapat dipakai sebagai salah satu buku acuan dalam pengajaran menggambar teknik di berbagai kalangan, baik untuk pendidikan seperti Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), maupun untuk praktisi di lapangan dalam bidang permesinan.

Pembahasan buku ini mencakup berbagai topik mengenai tata cara dan aturan dasar penyajian gambar dan pemberian ukuran, alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan gambar, disertai berbagai contoh gambar.Buku ini memberikan informasi yang cukup. Dengan berpedoman pada buku ini, dapat pembaca dapat membuat gambar-gambar teknik sesuai standar internasional.Buku ini merupakan pilihan yang tepat untuk dijadikan buku pegangan bagi para siswapada SMK bidang perkapalan, khususnya untuk Program Keahlian Instalasi Permesinan Kapal.

Teknik instalasi permesinan kapal yang merupakan suatu kompetensi bidang keahlian teknologi perkapalan yang menekankan pada pengetahuan teknologi permesinan kapal khususnya dan bengkel motor, bengkel fluida serta bengkel mekanik pada umumnya memerlukan wawasan terhadap lapangan dimana kompetensi akan diterapkan.

Instalasi permesinan kapal meliputi segala permesinan yang berada diatas kapal yang selain dapat digolongkan menurut tempatnya yaitu permesinan di atas dek dan permesinan di dalam kamar mesin, juga dapat digolongkan menurut fungsinya yaitu permesinan sebagai penggerak utama kapal dan permesinan bantu yang berfungsi sebagai pembantu pengoperasian permesinan penggerak utama kapal dan membantu sistem-sistem lain sehingga fungsi kapal sebagai alat transportasi dapat berjalan lancar.

Dalam buku Gambar Teknik Mesin 1 ini akan dibahas tentang gambar benda sederhana, gambar kerja dan gambar susunan, toleransi linier dan suaian, toleransi geometrik, serta simbol dan tanda pengerajaan pada gambar.

PRASYARAT

MateriGambar Teknik Mesin 1 yang diajarkan kepada siswa SMK Kelas XII semester 1ini merupakan kelanjutan dari Gambar Teknik yang diberikan kepada siswa SMK Kelas X dan XI. Materi Gambar Teknik Mesin 1 ini diharapkan dapat memberikanbekalkepada siswa kelas XII dalammemahamikompetensipaket keahlian instalasi pemesinan kapal. Materiinidisampaikanpadakelas XII semester 1, danakan dilanjutkan dengan Gambar Teknik Mesin 2 pada semester 2 kelas XII. Sebelum mempergunakan buku ini siswa harus dapat

- Membaca gambar teknik
- Memahami dasar elemen mesin, dan
- Memahami dan dapat melakukan teknologi dasar pengerjaan logam

PETUNJUK PENGGUNAAN

Bukuinidibuatdenganmemberikanpenjelasantentangpengetahuan tentang menggambar mesin, untukmemungkinkansiswabelajarsendirisecaratuntas , makaperludiketahuibahwaisibukuinipadasetiapkegiatanbelajarumumnyaterdiriatas. Uraian Materi, rangkuman, Lembarkerja, danPengayaan, sehinggadiharapkansiswadapatbelajarmandiri (*individual learning*) dan*mastery learning* (belajartuntas) dapattercapai.

TUJUAN AKHIR

Tujuanakhir yang hendakdicapaiadalah agar siswamampu:

- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentanggambar benda sederhana, , , serta.
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentanggambar kerja dan gambar susunan
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentang toleransi linier dan suaian
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentang toleransi geometrik
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangsimbol dan tanda pengerajaan pada gambar

KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Memahami nilai-nilai keimanan dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya 1.2 Mendeskripsikan kebesaran Tuhan yang mengatur karakteristik gambar mesin
2. MenghayatidanMengamalkanperilakujujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotongroyong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsifdanproaktifdanmenunjukansikapsebagaiba	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah

giandarisolusiatasberbagaipermasalahandalamberinteraksisecaraefektifdenganlingkungansosialdanalamsertadalammenempatkandirisebagaicerminanbangsadalampergaulandunia.	(memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi 2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud

	implement asi melaksana kan percobaan dan melaporka n hasil percobaan
3. Memahami, menerapkan menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban, terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah	3.1 Memahamig ambarbenda bentuksederhana 3.2 Memahamip embuatanga mbarkerjada ngambarsus unan 3.3 Memahamit oleransipad agambarkerj a 3.4 Memahami symbol-simboltanda pengerjaanp adagambark erja
4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajari di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Merencanak andanmeny ajikangamba rbendabentu ksederhana 4.2 Merencanak andanmeny ajikangamba rkerjadanga mbarsusuna n 4.3 Merencanak

	andanmeny ajikangamba rdengandile nkapitoleran si 4.4 Merencanak andanmeny ajikan symbol- simboltanda pengerjaanp adagambark erja

CEK KEMAMPUAN AWAL

1.1.1. Buatlah gambar balok dengan ukuran panjang x lebar x tinggi adalah 60 x 40 x 20 dengan menggunakan sket tangan

1.1.2. Buatlah gambar kerja dilengkapi dengan ukuranya, sebuah silinder berongga dengan ukuran panjang 50 mm, diameter luar 20 mm, dan diameter dalam 10 mm.

1.1.3. Jelaskan cara memberikan toleransi linier dan suaian pada sebuah gambar poros silinder pejal

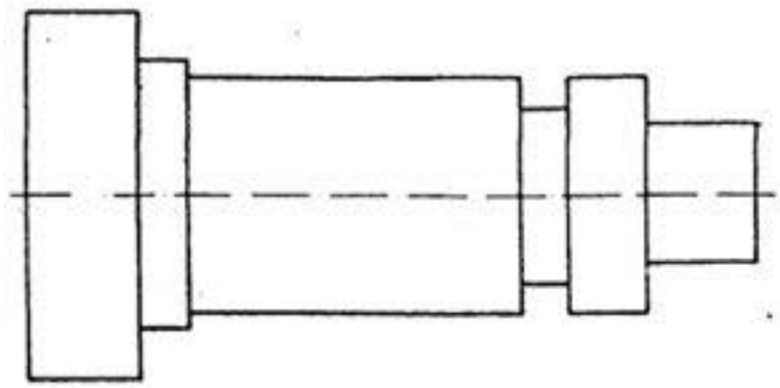
1.1.4. Berikan contoh pemberian simbul toleransi geometrik untuk kelurusan sebuah garis pada benda kerja

1.1.5. Berikan simbol kekasaran permukaan N5 pada gambar kerja sebuah balok.

BAB 2 GAMBAR BENDA SEDERHANA

KEGIATAN PEMBELAJARAN : GAMBAR BENDA SEDERHANA

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan nama dan ukuran dari gambar komponen berikut.



gambar 2.1 Gambar Kerja Sederhana

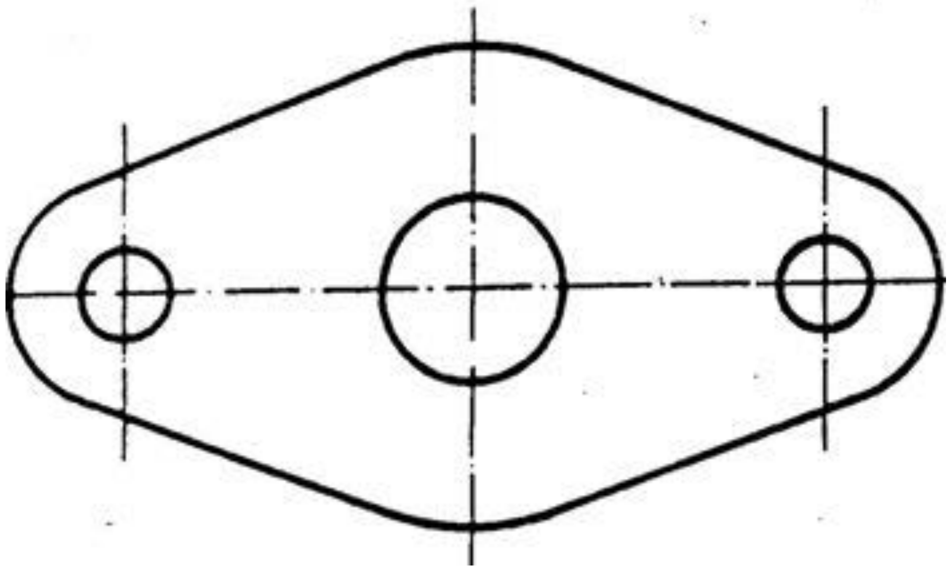
NO	NAMA BAGIAN	UKURAN

TUJUAN PEMBELAJARAN

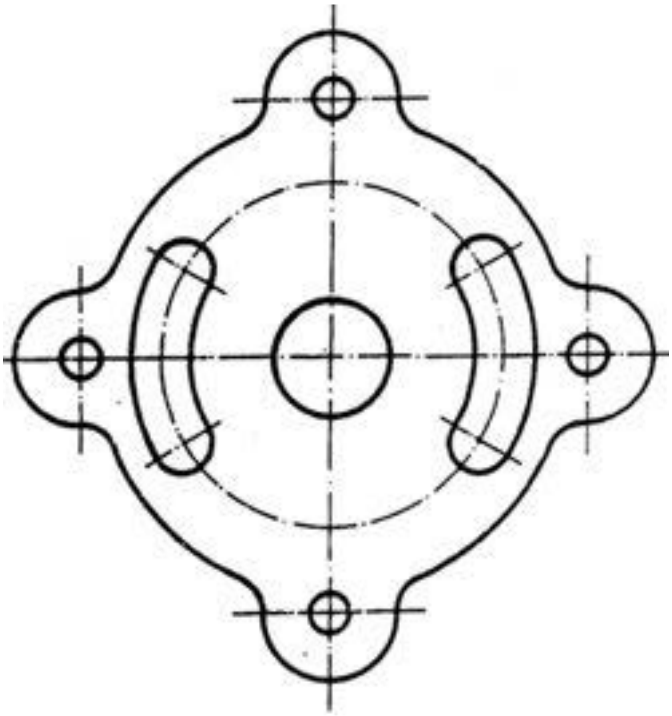
Setelah mempelajari buku ini diharapkan siswa dapat:

- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan nama komponen dari gambar kerja
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan ukuran luar komponen dari gambar kerja
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan ukuran dalam dari benda kerja
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan arti simbol ukuran dari benda kerja.

URAIAN MATERI



Gambar 2.22 Gambar Flens



Gambar 2.23 Gambar Flens beralur

RANGKUMAN

Gambar kerja dari komponen sederhana pada bidang permesinan dapat disajikan lengkap dengan nama dan ukuranya.

TUGAS

Buatlah gambar untuk benda sederhana berupa poros berrongga dengan ukuran panjang 60 mm, diameter luar 40 mm dan diameter dalam 20 mm.

TES FORMATIF

Buatlah gambar cincin (ring) dengan ukuran diameter luar 50 mm dan diameter dalam 20 mm.

LEMBAR JAWABAN TES FORMATIF

2.1.1. Lembar Kerja Siswa

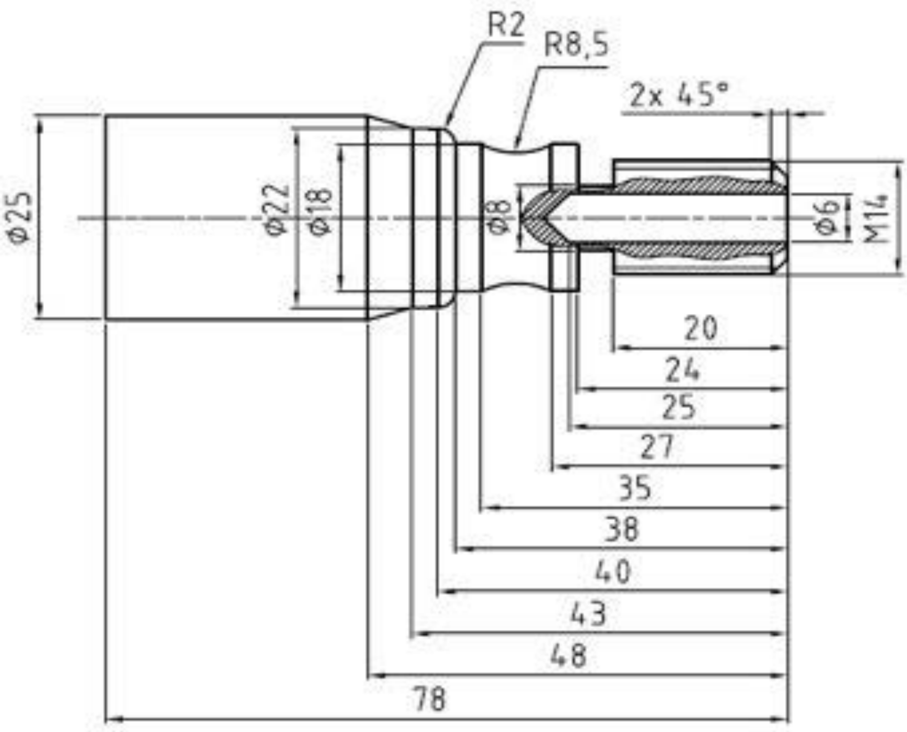
Amati sebuah gambar kerja komponen sederhana kemudian foto dan identifikasi nama dan ukuran dari gambar kerja tersebut!

NO	FOTO GAMBAR	NAMA KOMPONEN	UKURAN	KETERANGAN

BAB 3 GAMBAR KERJA DAN GAMBAR SUSUNAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN1: GAMBAR KERJA

Amati gambar kerja berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan nama komponen dan ukuranya



Gambar 3.1Gambar Kerja poros berulir

NO	NAMA KOMPONEN	UKURAN	KETERANGAN

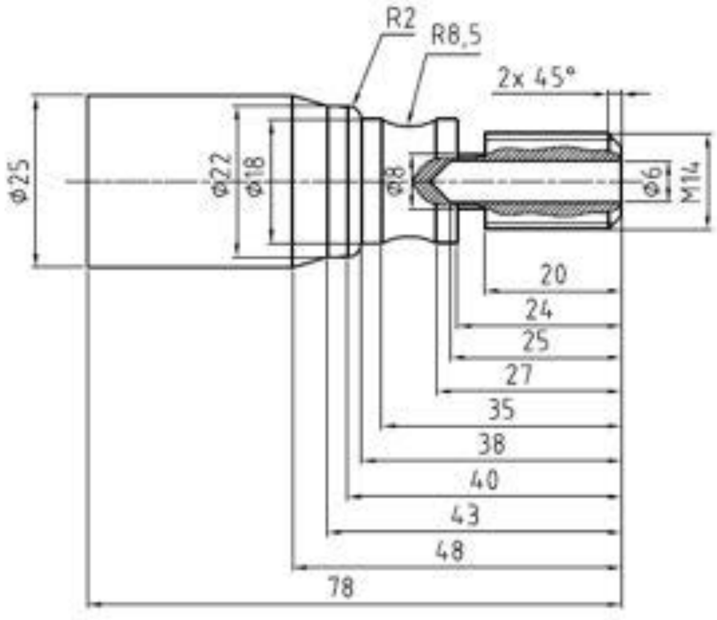
TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari modul ini diharapkan siswa dapat

- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan nama komponen dari gambar kerja
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan ukuran luar komponen dari gambar kerja
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan ukuran dalam dan luar dari gambar kerja
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan arti simbol ukuran dari gambar kerja.

URAIAN MATERI

Gambar Kerja merupakan penyajian informasi berupa gambar dengan pemberian ukuran dan keterangan lainya.



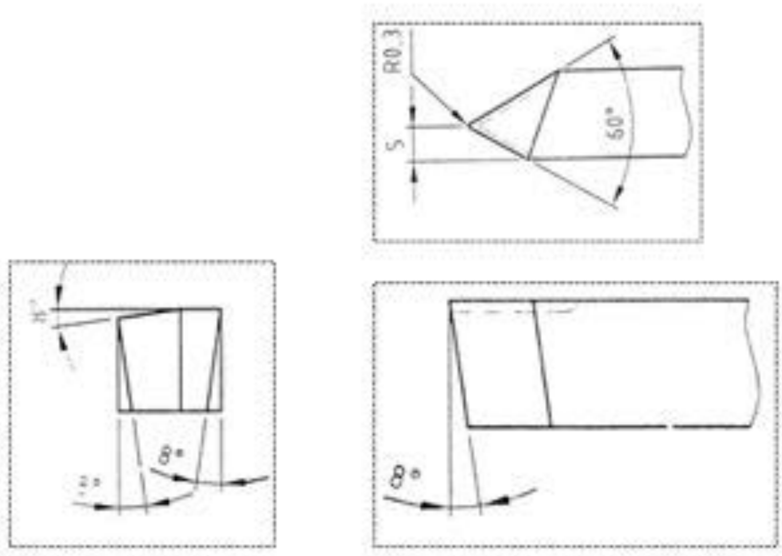
Gambar 3.2Gambar Kerja poros berulir

RANGKUMAN

TUGAS

TES FORMATIF

Jelaskan arti ukuran sudut dari gambar berikut



Gambar 3.3Gambar pahat bubut

LEMBAR JAWABAN TES FORMATIF

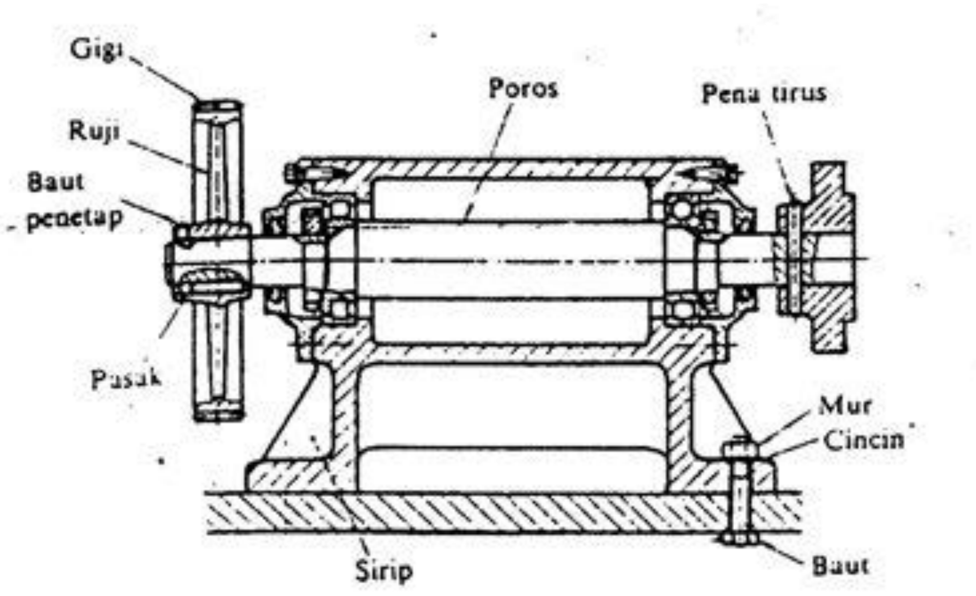
LEMBAR KERJA SISWA

Amati macam-macam gambar kerja yang ada di bengkel kemudian foto dan identifikasi nama komponen dan ukuran dari gambar kerja tersebut!

NO	FOTO GAMBAR	NAMA KOMPONEN	UKURAN	KETERANGAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN2: GAMBAR SUSUNAN

Amati gambar pahat berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan bentuk dan fungsinya



Bagian-bagian yang tak dapat diperlihatkan oleh potongan.

Gambar 3.4Gambar susunan

NO	NAMA KOMPONEN	UKURAN	KETERANGAN

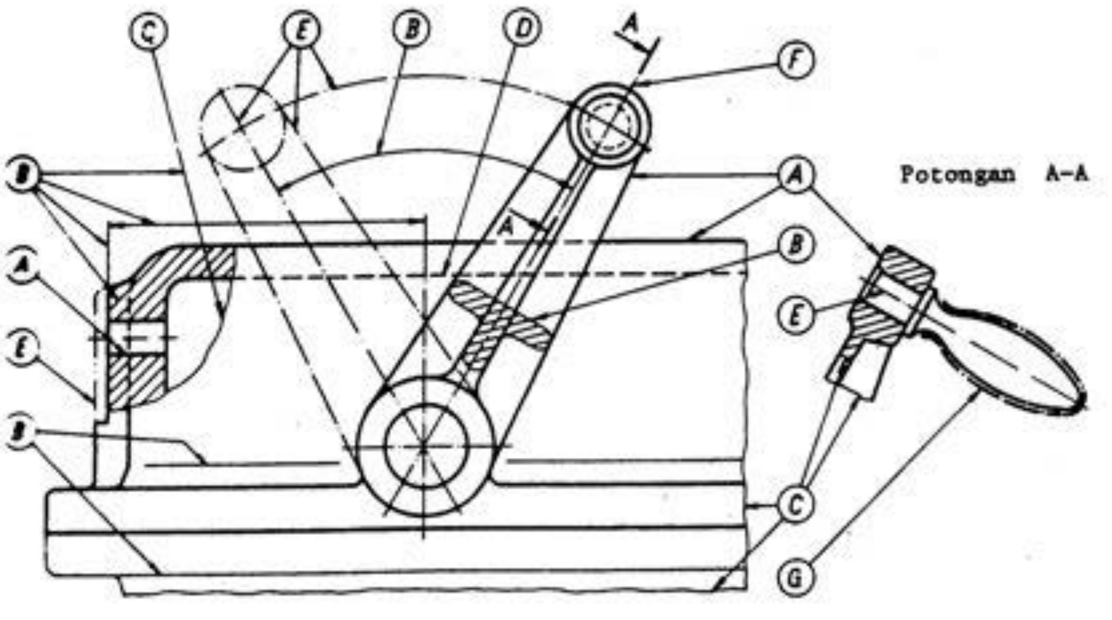
TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari modul ini diharapkan siswa dapat

- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan nama komponen dari gambar susunan
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan ukuran luar komponen dari gambar susunan
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan ukuran dalam dan luar dari gambar susunan
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan arti simbol ukuran dari gambar susunan.

URAIAN MATERI

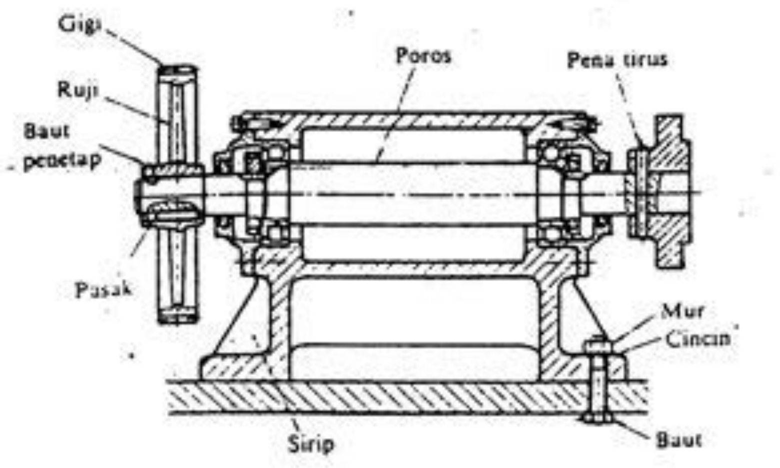
Gambar susunan merupakan kesatuan dari komponen-komponen yang dirakit.



RANGKUMAN

TUGAS

Berikan nama dari masing-masing komponen dari gambar susunan berikut



Bagian-bagian yang tak dapat diperlihatkan oleh potongan.

TES FORMATIF

Berikan nama dari masing-masing komponen dari gambar susunan berikut

LEMBAR KERJA SISWA

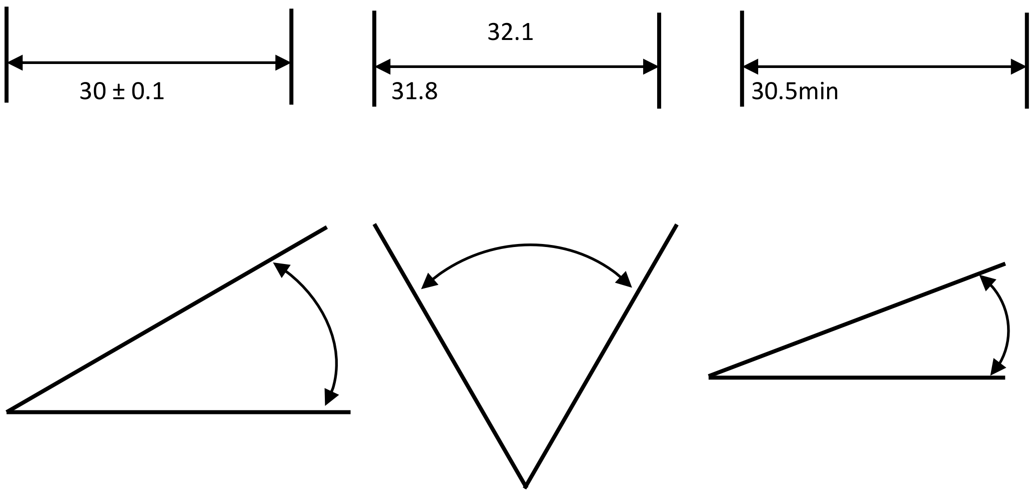
Amati macam-macam gambar kerja yang ada di bengkel kemudian foto dan identifikasi komponen dan nama bagian dari mesin bubut tersebut!

NO	FOTO GAMBAR	NAMA KOMPONEN	UKURAN	KETERANGAN

BAB 4 TOLERANSI DAN SUAIAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN1 : TOLERANSI LINIER DAN TOLERANSI SUDUT

Amati gambar berikut ini kemudian kemudian diskusikan!



Gambar 4.1 Penerapan Toleransi Linier

NO	NAMA GAMBAR	UKURAN	KETERANGAN

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari modul ini diharapkan siswa dapat

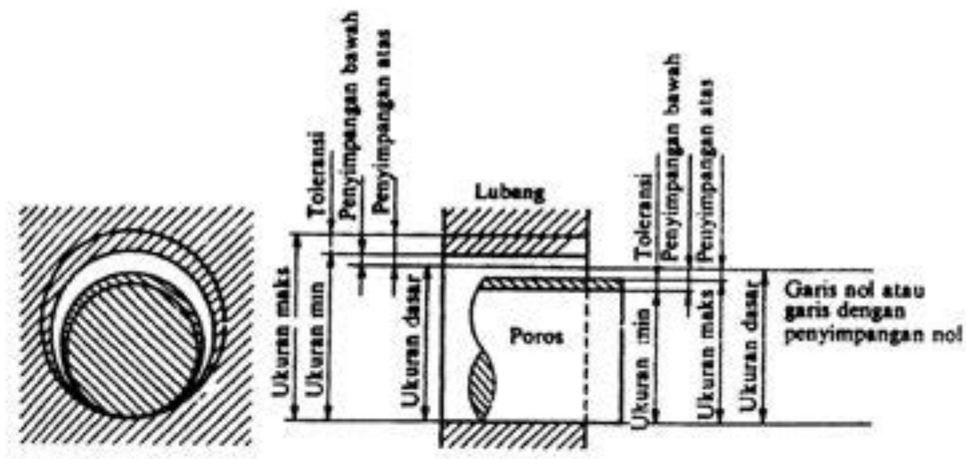
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan toleransi linier
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan toleransi sudut

URAIAN MATERI

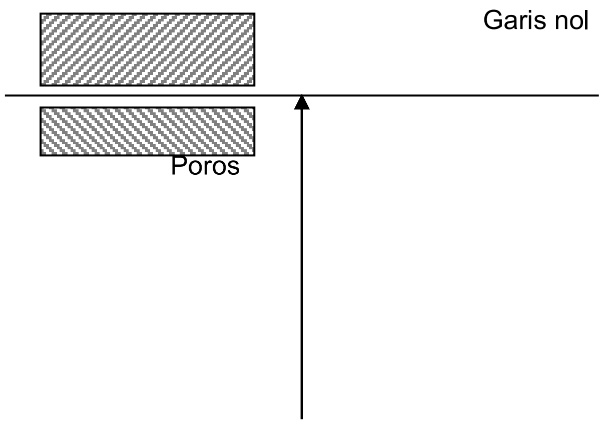
Pengertian toleransi

Toleransi adalah perbedaan dua batas ukuran yang diijinkan, katakanlah kita akan membuat suatu poros atau suatu lubang dengan ukuran yang telah ditentukan, maka ukuran tersebut adalah ukuran dasar atau ukuran nominal yang digunakan sebagai pedoman di dalam pembuatannya.

Sebuah ukuran ditentukan oleh penyimpangan terhadap batas ukuran ini.



Gambar 4.2 Ketentuan-ketentuan toleransi



Gambar 4.3 Bagan penyederhanaan ketentuan-ketentuan toleransi

Dalam gambar dilukiskan bahwa kedua penyimpangan dari poros adalah bernilai negatif, sedangkan kedua penyimpangan lubang adalah positif.

Untuk selanjutnya dan istimewa karena pentingnya peranan benda silindris dengan potongan bulat, maka pembahasan dilakukan khusus untuk bentuk tersebut.

Walaupun demikian uraian ini berlaku juga untuk bagian-bagian datar, khususnya istilah umum “lubang” dan “poros” dapat juga dipergunakan untuk bagian-bagian antara dua bagian datar, seperti misalnya alur pasak, tebal pasak dan sebagainya.

Standar Toleransi Internasional IT

Toleransi dapat juga dikatakan perbedaan penyimpangan atas dan bawah yang harus dipilih secara seksama agar sesuai dengan persyaratan fungsinya. Kemudian macam-macam nilai numerik dari toleransi untuk tiap pemakaian dapat dipilih oleh perencana.

Nilai toleransi standar telah ditentukan oleh ISO/R 286 (ISO System of Limits and Fits System) yaitu ISO untuk limit dan suaian.

Toleransi standar ini disebut “ Toleransi Internasional” atau “IT”.

Dianjurkan bagi perencana untuk memakai nilai IT untuk toleransi yang diinginkannya.

Tabel4.1 Nilai Toleransi Standar untuk kwalitas 5 s.d. 16

K.T	**IT5**	**IT6**	**IT7**	**IT8**	**IT9**	**IT10**	**IT11**	**IT12**	**IT13**	**IT14**	**IT15**	**IT16**

Nilai	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i

Tabel 4.2 Nilai Toleransi Standar untuk kwalitas 0,1,0 dan 1

Kwalitas Toleransi	IT 01	IT 0	IT 1
Nilai dalam micron, untuk D dalam mm	0,3 + 0,008D	0,5 + 0,0 12D	0,8 + 0,020D

Kwalitas Toleransi

Kwalitas toleransi adalah sekelompok toleransi yang dianggap mempunyai kwalitas yang setaraf untuk semua ukuran dasar.

Ada 18 kwalitas toleransi dasar yang disebut toleransi standar, yaitu IT 01; IT 0; IT 1 sampai dengan IT 16. Nilai toleransi meningkat dari IT 01 sampai dengan IT 16, dimana IT 01 s.d. IT 4 diperuntukkan pekerjaan yang sangat teliti, seperti alat ukur instrumen-instrumen optik, dan sebagainya. IT 5 s.d. IT 11 dipakai dalam bidang permesinan umum, untuk bagian-bagian yang mampu tukar, yang dapat digolongkan pula dalam pekerjaan sangat teliti dan pekerjaan biasa. Dan untuk tingkat IT 12 s.d. IT 16 dipakai untuk pekerjaan kasar.

Untuk tingkat toleransi IT 5 s.d. IT 16, nilai toleransinya ditentukan oleh satuan toleransi I = 0,45 $^{3}\sqrt{}$ D + 0,001 D dalam satuan micron dan D, harga rata-rata geometrik dari kelompok ukuran nominal dalam mm.

Tabel 4.3 Tingkat Diameter Nominal

Tingkat diameter nominal			
Tingkat utama		**Tingkat antara**	
Milimeter		**Milimeter**	
di atas	**s/d**	**di atas**	**s/d**
-	3		
3	6		
6	10		
10	18	10 14	14 18
18	30	18 24	24 30
30	50	30 40	40 50
50	80	50 65	65 80
80	120	80 100	100 120
120	180	120 140 160	140 160 180
180	250	180	200

		200 225	225 250
250	315	250 280	280 315
315	400	315 355	355 400
400	500	400 450	450 500

Harga toleransi standar untuk tingkat IT 5 s.d. IT 16 diberikan dalam tabel di atas sebagai hubungan dengan satuan toleransi i.

Untuk tingakatan dibawah IT 5, nilai-nilai toleransi standar ditentukan sesuai tabel di atas. Nilai-nilai IT 2 s.d. IT 4 telah ditentukan kira-kira secara geometrik antara nilai-nilai IT 1 dan IT 5 (lihat tabel dibawah).

Nilai-nilai numerik dan toleransi standar telah ditentukan dengan cara-cara di atas dan dibulatkan dalam satuan metrik untuk tiap tingkatan diameter nominal.

Tabel 4.4 Nilai numerik untuk toleransi standar (metrik).

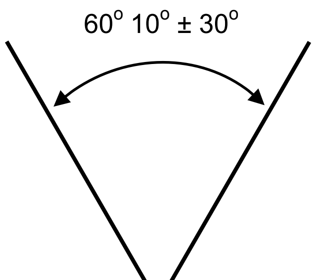
Kwalitas			**01**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14***	**15***	**16***
Toleransi standar dalam	**Untuk tingkat diameter dalam mm**	**<**	**0**	**1**	**1**	**1**	**2**	**3**	**4**	**6**	**10**	**14**	**25**	**40**	**60**	**100**	**140**	**250**	**400**	**600**
		> 3 to 6	0	1	1	2	3	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
		> 6 to 10	0	1	1	2	3	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900

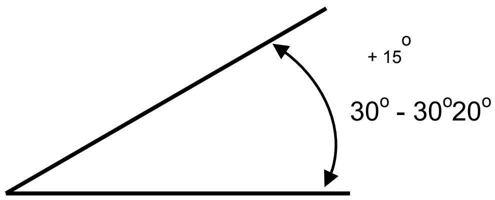
		> 10 to 18	1	1	1	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
		> 18 to 30	1	1	2	3	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
		> 30 to 50	1	1	2	3	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
		> 50 to 80	1	1	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
		> 80 to 120	1	2	3	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
		> 120 to 180	1	2	4	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
		> 180 to 250	2	3	5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
		> 250 to 315	3	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
		> 315 to 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
		> 400 to 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

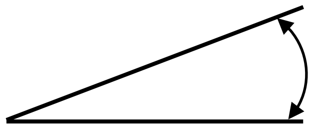
*s/d 1 mm, kwalitas 14 s/d 16 tidak diberikan.

Catatan : Nilai numeric yang diperbaiki dari ISA lama dalam kotak garis tebal.

Toleransi Pada Ukuran Sudut







Aturan-aturan yang telah ditentukan untuk ukuran linier dapat juga diterapkan pada ukuran sudut.Penyimpangan ukuran yang diijinkan tanpa keterangan Toleransi. Semua ukuran yang dinyatakan dalam gambar pada dasarnya harus diberi toleransi. Tetapi dalam kenyataannya terdapat banyak ukuran tanpa keterangan toleransi.

Untuk bagian-bagian tanpa suaian dan tanpa persyaratan ketelitian khusus, toleransinya dengan mudah dapat diberikan dengan catatan umum, yang menyatakan sekaligus nilai penyimpangan yang diijinkan untuk bagian-bagian yang sejenis (disebut ukuran tanpa keterangan toleransi) sesuai dengan ISO 2768, nilai penyimpangan yang diijinkan ini seringkali disebut toleransi umum oleh karena itu ukuran tanpa keterangan toleransi terkait oleh toleransi umum.

Pemilihan Nilai Penyimpangan yang diijinkan

a. Catatan umum harus menentukan :

- Suatu penyimpangan yang diijinkan sama dengan ± IT/2 dari tingkat toleransi ISO (± IT 14/2 misalnya), artinya penyimpangan yang diijinkan Js untuk poros dan Js untuk lubang, sebagai tambahan catatan tersebut dapat mengganti penyimpangan ini dengan H untuk lubang atau h untuk poros.
- Atau penyimpangan yang diijinkan antara satu dari tiga seri yang diberikan pada tabel dibawah (dibulatkan dibandingakan dengan tingkat IT 12, 14 atau 16); catatannya dapat menuliskan sebagai tambahan, penggantian nilai-nilai ± t/2 dimana ± t untuk lubang dan – t untuk poros.
- Atau sebuah nilai tunggal untuk ukuran nominal manapun, jika tidak terdapat perbedaan yang besar antara ukuran-ukuran yang berbeda tanpa keterangan toleransi pada gambar (± 0,4 mm umpamanya, pada gambar hidung poros (spindle) mesin bubut dari ISO/R 702).

b. Toleransi Umum :

Ukuran-ukuran sudut

Catatan umum diutamakan untuk menuliskan penyimpangan yang diijinkan dari tabel dibawah, dan dinyatakan oleh panjang sisi yang pendek dari sudut yang bersangkutan, dalam derajat dan menit.

Tabel 4.4 Toleransi Umum (Linier)

Ukuran nominal (mm)		0,5 s.d. 3	Diatas 3 s.d. 6	Diatas 6 s.d. 30	Diatas 30 s.d. 120	Diatas 120 s.d. 315	Diatas 315 s.d. 1000	Diatas 1000 s.d. 2000
Variasi yang diinginkan	**Seri teliti**	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5
	Seri sedang	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2
	Seri kasar		± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3

Tabel 4.5 Toleransi Umum (Sudut)

Panjang dari sisi yang pendek		s.d. 10	Diatas 10 s.d. 50	Diatas 50 s.d. 120	Diatas 120 s.d. 400
Variasi yang diijinkan	**Dalam derajat dan menit**	± 1^{o}	± 30’	± 20’	± 10’

RANGKUMAN

TUGAS

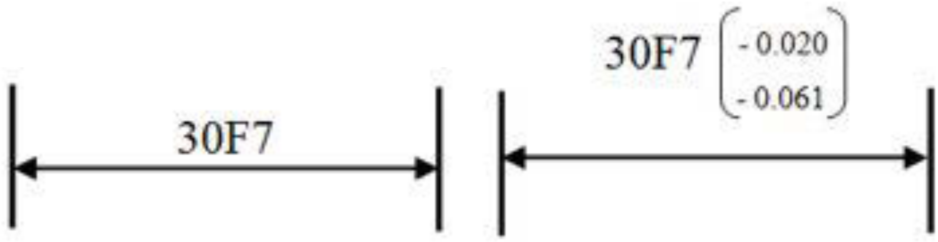
TES FORMATIF

LEMBAR JAWABAN TES FORMATIF

LEMBAR KERJA SISWA

KEGIATAN PEMBELAJARAN2: TOLERANSI SUAIAN

Amati gambar berikut kemudian indentifikasi terkait dengan gambar toleransi berikut



gambar 4.5 Toleransi suaian dengan simbol toleransi ISO

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari modul ini diharapkan siswa dapat

- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan toleransi suaian berbasis lubang
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan toleransi suaian berbasis poros

URAIAN MATERI

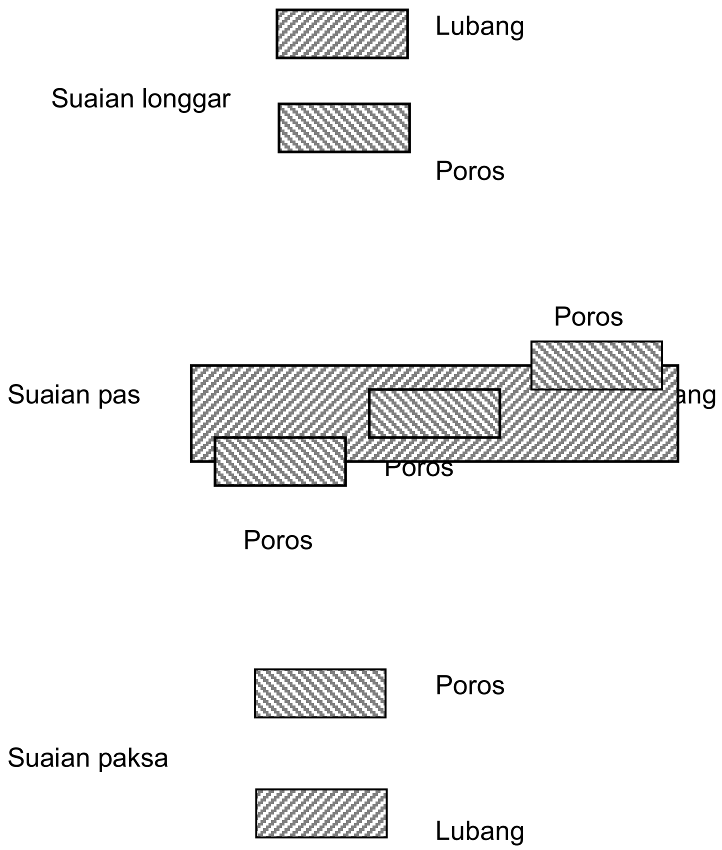
Toleransi Suaian

Suaian : Sistim satuan lubang dan satuan poros

Suaian adalah perbedaan ukuran yang diijinkan untuk suatu pemakaian tertentu dari pasangan dua benda yang saling berhubungan.

Ada tiga jenis suaian, yaitu :

- Suaian longgar (clearace fit)
- Suaian pas (transition fit)
- Suaian sesak atau paksa (interference fit)



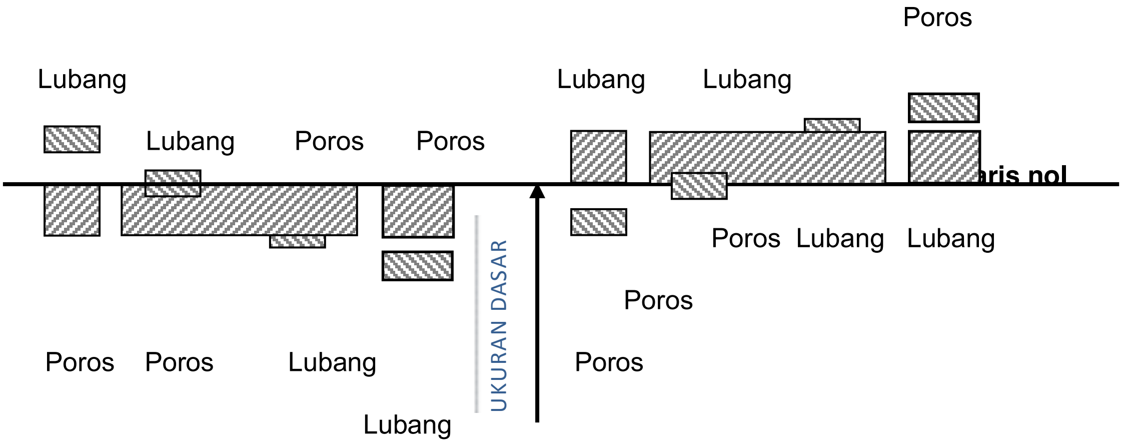
Gambar 4.4 Bagan diagram daerah toleransi pada macam suaian.

Sistem Satuan Lubang Dan Sistem Satuan Poros

Dua sistem satuan ini dapat digunakan pada sistem ISO, terhadap garis nol, yaitu garis dengan penyimpangan nol dan merupakan ukuran dasar. Pada gambar

dibawah memperlihatkan kedua sistem yaitu sistem satuan lubang dan sistem satuan poros untuk ketiga jenis suaian tersebut diatas.

Sistem satuan poros dan sistem satuan lubang.



Contoh-contoh system satuan poros

Contoh-contoh system satuan lubang

Gambar 4.5 Sistem satuan poros dan sistem satuan lubang.

Pada sistem satuan lubang, penyimpangan bawah dari lubang diambil sama dengan nol. Lubang semacam ini masing-masing disebut lubang dasar dan poros dasar.

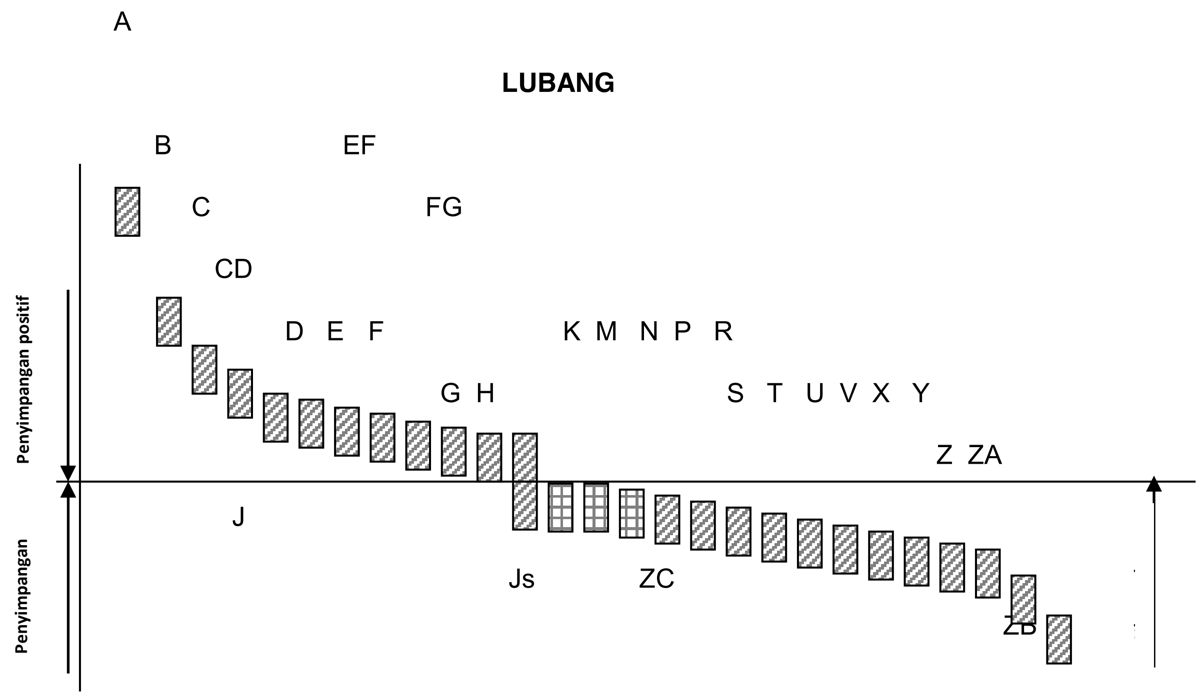
Pada sistem lubang dasar, poros dengan berbagai penyimpangan disesuaikan dengan lubang dasar, dan pada sistem poros dasar adalah sebaliknya.

Sistem lubang dasar adalah lebih umum dipakai daripada sistem poros dasar, oleh karena pembuatan lubang lebih sulit daripada pembuatan poros, disamping itu alat ukur lubang (plug gauge) juga lebih mahal daripada alat ukur poros.

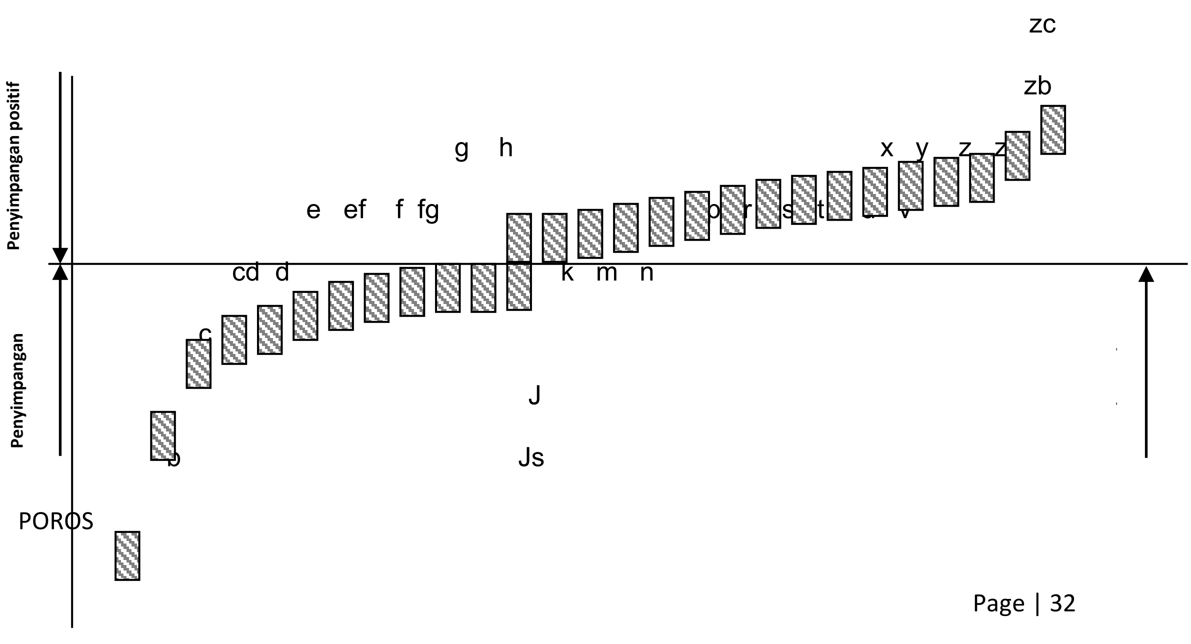
Untuk memenuhi persyaratan umum baik bagian-bagian tunggal dan suaian, sistem ISO untuk limit dan suaian telah memberikan suatu daerah toleransi dan penyimpangan, yang menentukan posisi dari toleransi tersebut terhadap garis nol untuk tiap ukuran dasar.

Kedudukan daerah toleransi terhadap garis nol, yang merupakan suatu fungsi dari ukuran dasar, dinyatakan oleh sebuah lambang huruf (dalam beberapa hal dengan dua huruf) yaitu huruf besar untuk lubang dan huruf kecil untuk poros tampak pada gambar dibawah.

Gambar H mewakili lubang dasar dan labang h mewakili poros dasar. Sesuai dengan ini, jika lambang H dipaki untuk lubang berarti sistem lubang dasar yang dipakai.



Gambar 4.6 Sistim satuan lubang



a

Gambar 4.6 Sistim satuan poros

Nilai toleransi ditentukan oleh tingkat toleransi, dan dinyatakan oleh sebuah angka, yang sesuai dengan angka kwalitas.

Dengan demikian ukuran yang diberi toleransi didefinisikan oleh nilai nominalnya diikuti oleh sebuah lambang, yang terdiri dari sebuah huruf (kadang-kadang dua huruf) dan sebuah angka sebagai contoh 45 g7 yang berarti bahwa diameter poros 45 mm suaian longgar dalam sistem lubang dasar dengan nilai toleransi dari tingkat IT 7.

Gabungan antara lambang-lambang untuk lubang dan poros menentukan jenis suaiannya.

Contoh :

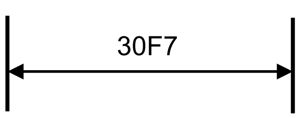
- Lubang H/poros g : suaian longgar dalam sistem lubang dasar
- Lubang H/poros m : suaian pas dalam sistem lubang dasar
- Lubang R/poros h : suaian paksa dalam sistem poros dasar

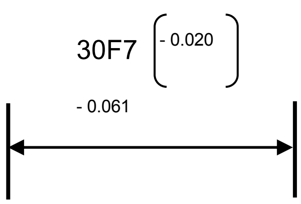
Sebuah suaian dinyatakan oleh ukuran dasar disebut juga ukuran nominal yang sama untuk kedua benda, diikuti oleh lambang yang sesuai untuk tiap komponen.

Lambang untuk lubang disebutkan yang pertama.

Contoh : 45 H8/g7 mungkin juga H8-g7 atau 45

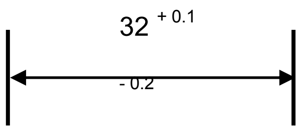
Pemilihan ukuran linier dari sebuah komponen

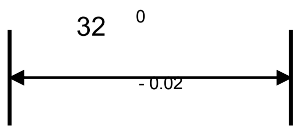




Toleransi suaian dinyatakan dengan lambang ISO

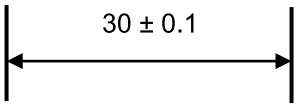
Toleransi suaian dinyatakan oleh lambang dan nilai penyimpangan.



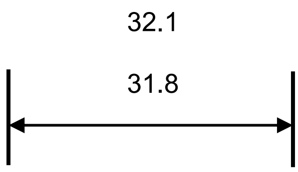


Toleransi dinyatakan oleh nilai nilaipenyimpangan

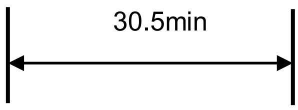
Toleransi dinyatakan oleh penyimpangan



Toleransi simetris



Batas-batas ukuran

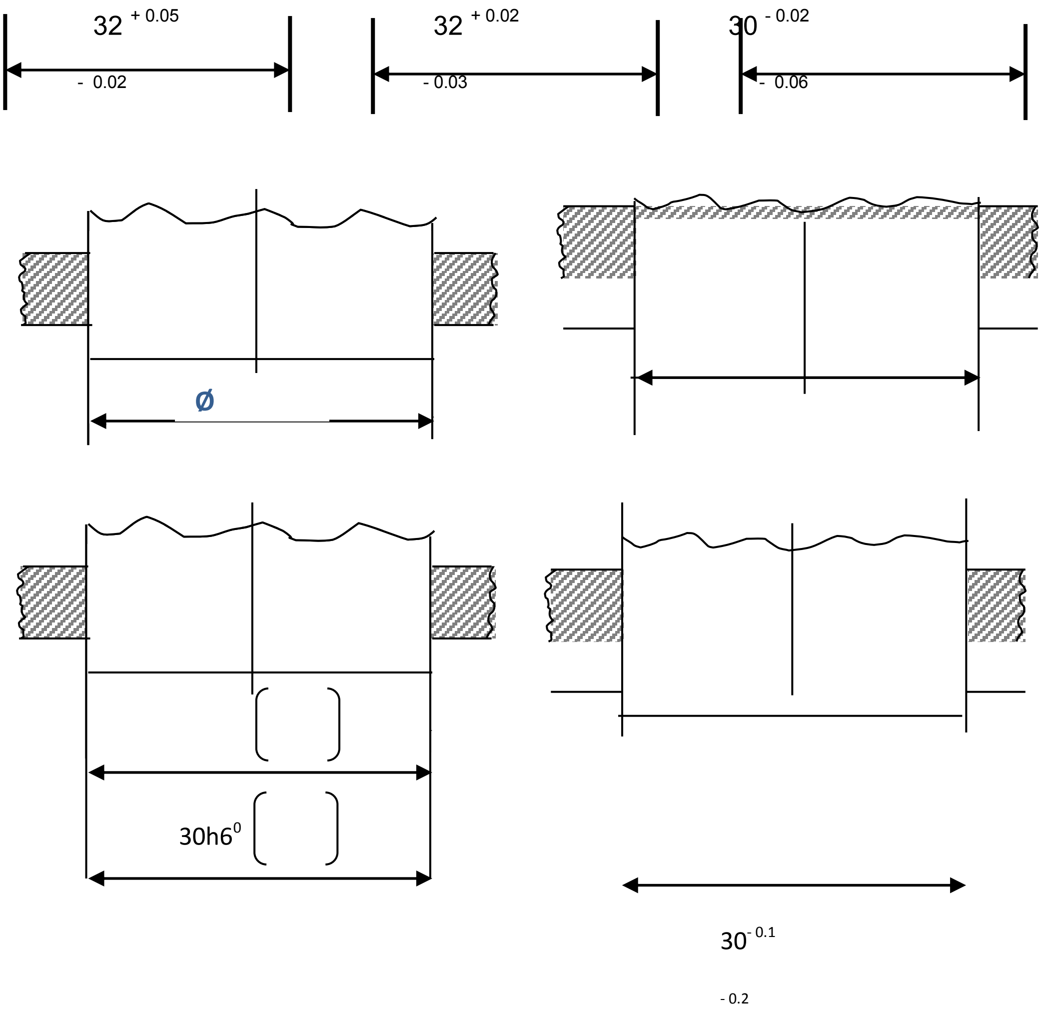


Batas ukuran dalam satu arah

Jika suatu ukuran hanya perlu dibatasi dalam satu arah saja, maka hal ini dapat dinyatakan dengan menambahkan “min” atau “max” didepan ukurannya.

Urutan Penulisan Penyimpangan

Penyimpangan atas harus ditulis pada kedudukan atas, dan penyimpangan bawah pada kedudukan bawah. Peraturan ini berlaku untuk lubang maupun poros.



Garis ukur bawah dapat ditiadakan

RANGKUMAN

TUGAS

Buatlah paper terkait dengan cairan pendingin yang digunakan dalam proses pemesinan!

TES FORMATIF

LEMBAR JAWABAN TES FORMATIF

LEMBAR KERJA SISWA

KEGIATAN PEMBELAJARAN : TOLERANSI GEOMETRIK

Amati gambar berikut ini kemudian kemudian diskusikan!

Gambar 4.1

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari modul ini diharapkan siswa dapat

- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan toleransi bentuk
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan toleransi posisi
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan terkait dengan toleransi orientasi

URAIAN MATERI

Toleransi geometrik mencakup toleransi bentuk posisi, tempat dan penyimpangan putar. Pada tabel dibawah jenis-jenis toleransi yang diperlihatkan dengan lambangnya masing-masing.

Toleransi bentuk membatasi penyimpangan dari sebuah elemen (titik, garis, sumbu, permukaan atau bidang meridian).

Dari bentuk geometrik ideal, posisi tempat dan penyimpangan putar membatasi posisi atau tempat bersama dari dua atau lebih elemen.

TABEL 4.7 LAMBANG UNTUK SIFAT YANG DIBERI TOLERASI

ELEMEN DAN TOLERANSI	**Sifat yang diberi toleransi**	**Lambang**

Elemen tunggal	Toleransi bentuk	Kelurusan	⏤
		Kedataran	⏥
		Kebulatan	○
		Kesilindrisan	⌭
Elemen tunggal atau yang berhubungan		Profil garis	⌒
		Profil permukaan	⌓
Elemen-elemen yang berhubungan	Toleransi orientasi	Kesejajaran	∥
		Ketegak lurusan	⊥
		Ketirusan	∠
	Toleransi lokasi	Posisi	⌖
		Konsentrisitas dan koaksiallitas	◎
		Kesimetrisan	⌯
	Toleransi putar	Putar tunggal	↗
		Putar total	⌰

Sebuah toleransi geometrik dari suatu elemen menentukan daerah dimana elemen tersebut harus berada. Sesuai sifat yang akan diberi toleransi dan cara memberi ukurannya, daerah toleransi adalah salah satu dari daftar di bawah ini.

- Luas dalam lingkaran
- Luas antara dua lingkaran sepusat

- Luas antara dua garis berjarak sama, atau dua garis sejajar
- Ruang dalam bola
- Ruang dalam silinder
- Ruang antara silinder bersumbu sama
- Ruang antara dua permukaan berjarak sama atau dua bidang sejajar
- Ruang dalam sebuah kubus

Elemen yang diberi toleransi dapat dibentuk apa saja, atau posisi-posisi dalam daerah toleransi, kecuali dikatakan lain toleransi berlaku untuk seluruh panjang garis atau permukaan, kecuali ditentukan lain.

Tabel 4.8 Hubungan antara sifat yang diberi toleransi dan daerah toleransi.

DAERAH TOLERANSI		Dareah dalam lingkaran	Dareah antara dua lingkaran konsentris	Daerah antara dua garis berjarak sama atau dua garis lurus sejajar	Ruang dalam bola	Ruang dalm silinder	Ruang dalam dua silinder koaksial	Ruang antara dua garis berjarak sama atau dua garis lurus sejajar	Ruang dlam parallel epipedum
Sifat-sifat yang diberi toleransi	**Lambang**								
KELURUSAN	—			○		○		○	○
Kedataran	▱							○	
Kebulatan	○		○						
Kesilindrisan	⌭						○		

Profil garis	⌒			○					
Profil permukaan	⌓							○	
Kesejajaran	//			○		○		○	○
Ketegak lurusan	⊥			○		○		○	○
Ketirusan	∠			○				○	○
Posisi	⌖	○		○	○	○		○	○
Konsentrisitas dan koaksialitas	◎	○				○			
Kesimetrisan	⌯ ↗			○				○	○
Putar tunggal			○	○					
Putar total	⌰						○	○	

Persyaratan toleransi dinyatakan dalam sebuah kotak, yang dibagi dalam satu atau lebih ruang. Dalam urutan kiri ke kanan, ruang-ruang berisi (*lihat gambar dibawah*).

- Lambang dari sifat yang akan diberi toleransi
- Nilai toleransi dalam satuan yang dipakai untuk ukuran Linier. Nilai ini didahului oleh tanda Ø bila daerah toleransinya berbentuk bulat, atau silinder atau oleh "bola Ø" bila daerah toleransinya berupa bola.

- Bila perlu, huruf atau huruf-huruf yang menunjukkan elemen dasar atau elemen-elemen dasar (*gbr. Kotak elemen toleransi dengan elemen-elemen dasar dan gbr. Perincian dari dua sifat toleransi*).
- Bila diperlukan untuk memperinci lebih dari satu sifat toleransi untuk sebuah elemen, perincian toleransinya harus diberikan dalam kotak-kotak referensinya yang ditumpuk seperti *gbr. Perincian dari dua sifat toleransi*.

-	0.1

//	-	A

Kotak toleransi

Kotak toleransi dengan elemen dasar

⌖	Ø 0.1	A	C	B

○	0.01	
//	0.06	B

Kotak toleransi dengan elemen-elemen dasar

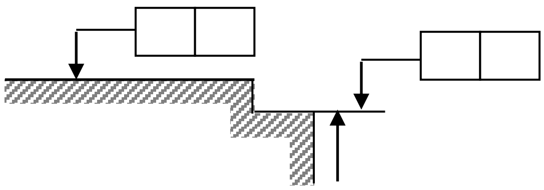
Perincian dari dua sifat toleransi

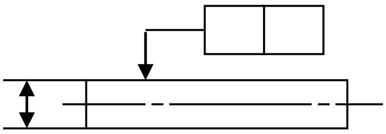
Kotak toleransi dihubungkan pada elemen yang diberi toleransi oleh sebuah garis penunjuk, yang berakhir dengan sebuah panah, sebagai berikut :

- Pada garis gambar pada elemen atau perpanjangannya (*tetapi harus dipisahkan dengan jelas dari garis ukur*), bila toleransinya menyangkut garis atau bidang itu sendiri (*gbr. Penunjukan elemen-elemen yang diberi toleransi dan gbr. Penunjukan elemen yang diberi toleransi*).
- Pada garis ukur, bila toleransinya menyangkut garis sumbu atau bidang meridian, yang ditentukan oleh elemen yang diberi ukuran. (*gbr. Penunjukan yang diberi toleransi (I), (II), dan bid. Meridian yang diberi toleransi*).
- Pada sumbu, bila toleransinya menyangkut sumbu bidang meridian dari semua elemen yang sama dengan sumbu atau bidang meridian (*gbr. Penunjukan yang*

diberi toleransi (III), penunjukan sumbu bersama yang diberi toleransi dan penunjukan sumbu bersama yang diberi toleransi (II)).

Bilamana sebuah toleransi akan diterapkan pada kontur dari elemen silindris atau simetris, atau pada sumbu atau bidang meridian, tergantung dari persyaratan fungsionalnya.

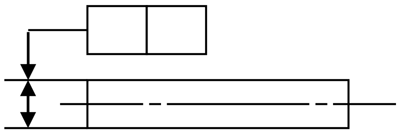




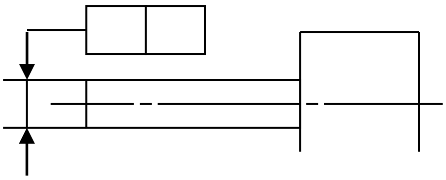
Penunjukan elemen-elemen yang toleransi

Penunjukan elemen yang diberi

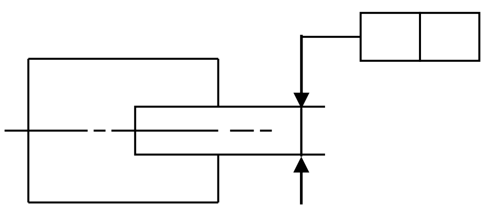
diberi toleransi



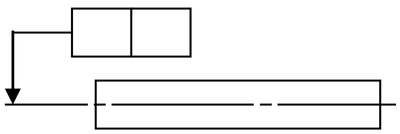
Penunjukan yang diberi toleransi (I)



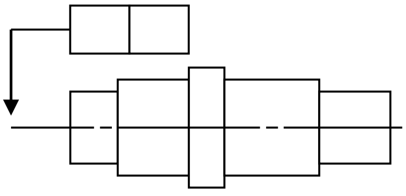
Penunjukan yang diberi toleransi (II)

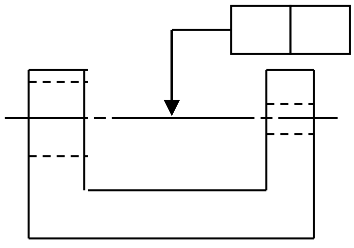


Penunjukan bidang meridian yang toleransi



Penunjukan sumbu yang diberi diberi toleransi (III)



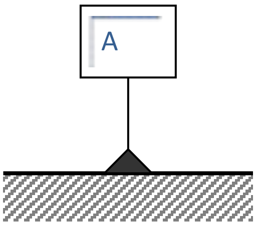


Penunjukan sumbu bersama yang yang diberi toleransi

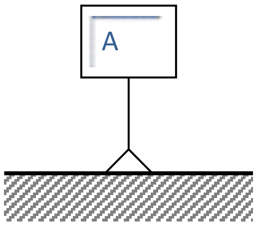
Penunjukan sumbu bersama diberi toleransi (II)

Bila sebuah elemen yang diberi toleransi menyangkut sebuah dasar, maka hal ini pada umumnya diperlihatkan dengan huruf-huruf besar. Huruf yang sama yang menentukan dasar diulang dalam kotak toleransi.

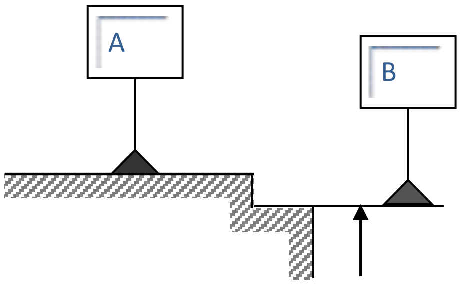
Untuk menunjukkan dasar sebuah huruf besar di dalam kotak referensi, dihubungkan ke segitiga dasar. Bentuk segitiga adalah siku-siku dan dihitamkan, sudut siku-siku dihubungkan dengan sebuah garis, dan sisi miringnya menempel pada elemen dasar. (*gbr. Kotak dasar dan segitiga dasar (I), (II)*).



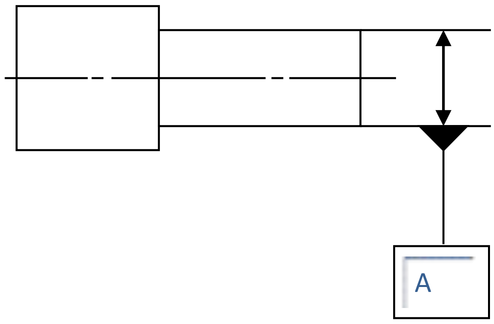
Kotak dasar dan segitiga dasar (I)



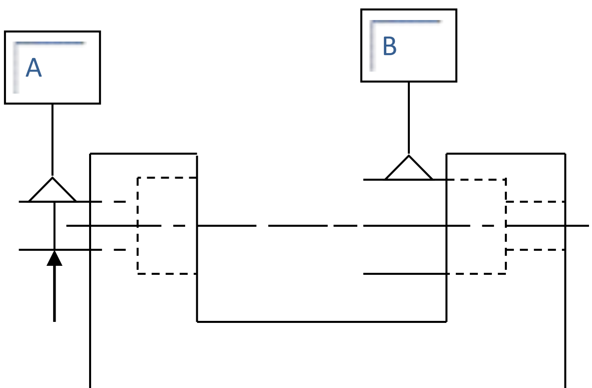
Kotak dasar dan segitiga dasar (II)

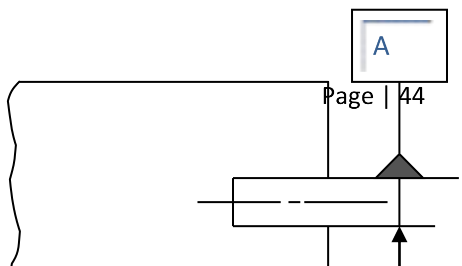


Penunjukan elemen-elemen dasar



Penunjukan sebuah sumbu dasar



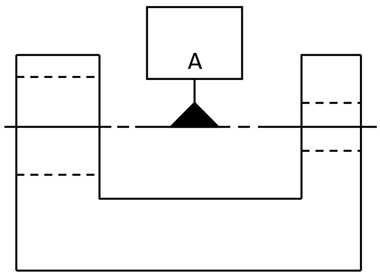


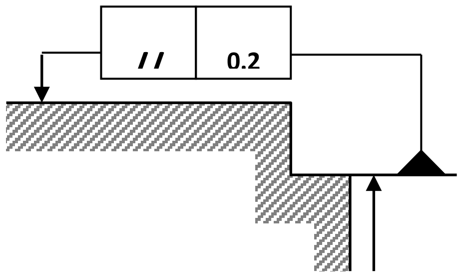
Penunjukan sumbu-sumbu dasar   Penunjukan bidang tengah dasar

Segitiga dasar dengan huruf besar ditempatkan :

- Pada garis gambar atau perpanjangannya (tetapi harus dipisahkan dengan jelas dari garis ukur), bilamana dasar ini adalah garis atau bidang itu sendiri (*gbr. Penunjukan elemen-elemen dasar*)
- Sebagai perpanjangan dari garis ukur, bilamana elemen dasar adalah sumbu atau bidang meridian, yang ditentukan oleh elemen yang diberi ukuran demikian (*gbr. Penunjukan sumbu dasar dan bidang tengah dasar*).
- Bilamana ruang untuk dua panah tidak mencukupi maka salah satu panah dapat diganti dengan segitiga dasar (*gbr. Penunjukan sumbu-sumbu dasar*), pada sumbu atau bidang meridian tersebut (*gbr. Penunjukan sumbu bersama dasar*).
- Bila kotak toleransi dapat dihubungkan secara jelas dan mudah dengan elemen dasar oleh sebuah garis penunjuk, huruf dasarnya dapat dibuang (*gbr. Penunjukan elemen dasar yang dihubungkan pada kotak toleransi (I), dan kotak toleransi (II)*).
- Sebuah dasar tunggal diperinci oleh sebuah huruf besar (*gbr. Penunjukan elemen dasar tunggal dalam kotak toleransi*), sebuah dasar bersama yang dibentuk oleh dua elemen dasar, diperinci oleh dua huruf besar, yang dipisahkan oleh sebuah tanda penghubung (*gbr. Penunjukan sebuah dasar bersama*).
- Bilamana urutan dari dua elemen dasar atau lebih itu penting, penunjukannya harus seperti pada gbr. Penunjukan priorotas dari elemen dasar, dimana urutan dari kiri ke kanan menunjukkan tingkatan prioritasnya.
- Bilamana urutan tersebut tidak penting penunjukannya harus seperti gbr. Penunjukan elemen dasar tanpa prioritas.

- Elemen yang memenuhi syarat didalam daerah toleransi penunjukannya, harus ditulis dekat kotak toleransi, dan boleh dihubungkan dengan garis penunjuk (gbr. Penunjukan elemen yang memenuhi syarat).
- Bila toleransinya diterapkan pada panjang tertentu, yang terletak dimana saja, nilai panjang ini harus ditambahkan dibelakang nilai toleransi, dan dipisahkan oleh sebuah garis miring.

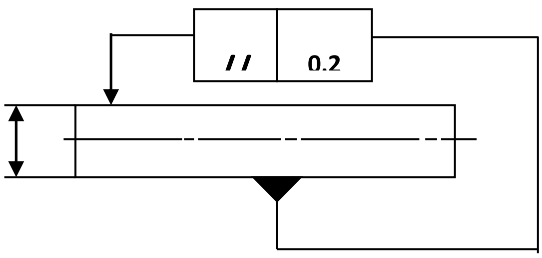


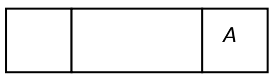


Penunjukan sumbu bersama dasar   Penunjukan elemen dasar yang

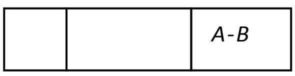
dihubungkan pada kotak toleransi (I)

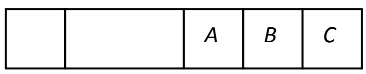
- Dalam hal sebuah bidang, dipergunakan penunjukan yang sama. Ini berarti toleransinya, berlaku untuk semua garis dengan panjang tertentu dalam segala posisi dan segala arah (*gbr. Toleransi diterapkan pada panjang tertentu*).





Penunjukan elemen dasar yang dihubungkan   Penunjukan sebuah elemen
dasardihubungkan pada kotak toleransi tunggal dalam kotak toleransi





Penunjukan sebuah dasar bersama elemen

Penunjukan prioritas dari dasar

		A-B

Penunjukan elemen dasar tanpa prioritas

//	0.1	A

▱	0.3

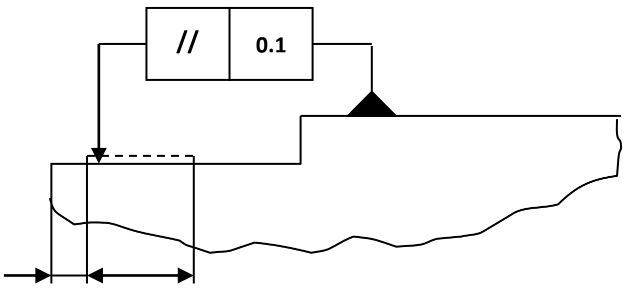
Penunjukan elemen yang memenuhi syarat

- Bila toleransinya lebih kecil dari jenis yang sama ditambahkan pada toleransi, pada seluruh elemen, tetapi dibatasi pada panjang terbatas, toleransi yang dibatasi harus dinyatakan di dalam ruang bawah (*gbr. Toleransi yang lebih kecil diterapkan pada panjang tertentu*).
- Bila toleransi diterapkan pada bagian terbatas, dari elemen saja. Penunjukannya harus seperti pada gambar toleransi yang diterapkan pada sebuah bagian terbatas.

//	**0.011100**	B

Toleransi diterapkan pada panjang tertentu

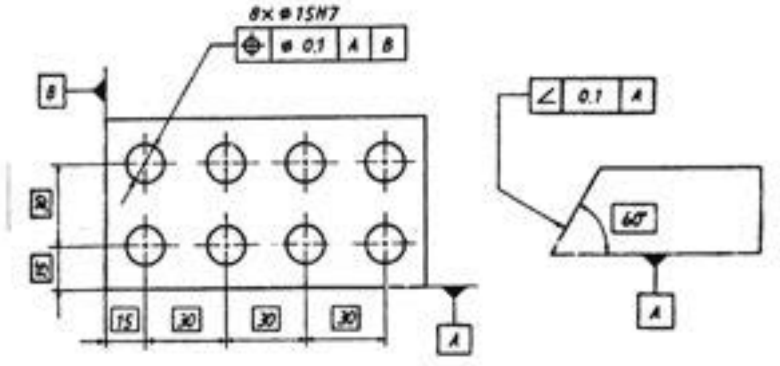
//	0.1	A



Toleransi yang lebih kecil diterapkan pada panjang tertentu

Toleransi yang diterapkan pada sebuah bagian terbatas

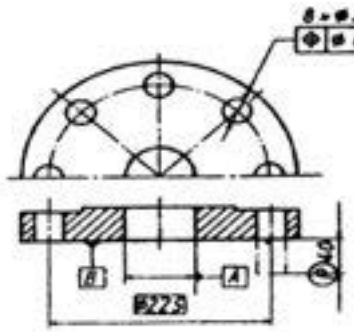
Bilamana toleransi posisi, profil atau sudut ditentukan untuk sebuah elemen, ukuran-ukuran yang menentukan posisi, profil atau sudut teoritis tepat, tidak boleh diberi toleransi. Ukuran demikian diletakkan dalam sebuah rangka persegi, sebagai berikut. Ukuran bagian yang sebenarnya bersangkutan, hanya tunduk pada toleransi posisi, bentuk atau sudut, dan ditentukan dalam kotak toleransi (*gbr. Ukuran teoritis tepat dengan toleransi posisi dan gbr. Ukuran teoritis tepat dengan tole*



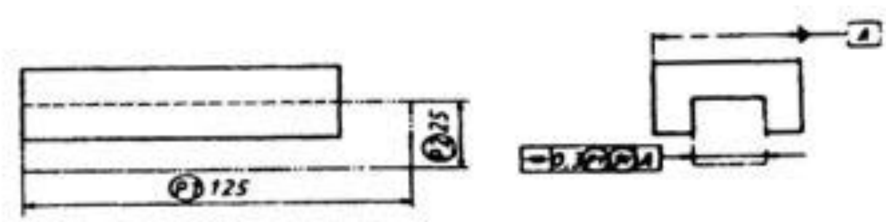
Ukuran teoritis tepat dengan toleransi posisi

Ukuran teoritis tepat dengan toleransi

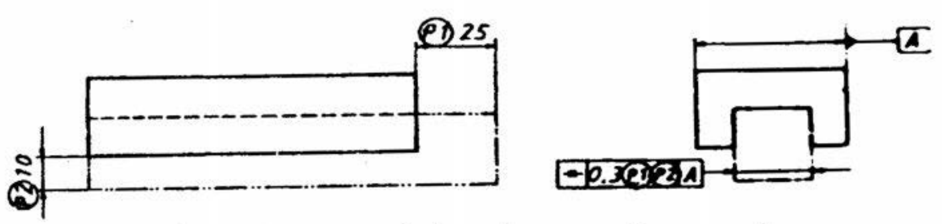
Dalam beberapa hal, toleransi posisi, sejajar, tegak lurus, sudut, koaksial atau simetris harus diterapkan tidak pada elemen itu sendiri, tetapi pada proyeksi luarnya (*gbr. Daerah toleransi posisi yang diproyeksikan dan gbr. Daerah toleransi simetris yang diproyeksikan*). Jikalau toleransinya dipakai untuk elemen itu sendiri maupun untuk proyeksi luarnya, maka hal ini dapat dinyatakan seperti pada gambar 3.38.



Daerah toleransi posisi yang diproyeksikan



Daerah toleransi simetris yang diproyeksikan



Daerah toleransi simetris yang diproyeksikan;

diterapkan juga pada elemen itu sendiri

Prinsip Bahan Maksimum

Pada keadaan normal tidak ada hubungan antara toleransi Linier/ toleransi ukuran dan toleransi geometrik. Tetapi bilamana hal ini mungkin terjadi tanpa mengganggu fungsi yang diperlukan, akan menjadi lebih mudah untuk membuat bagian tersebut sesuai dengan gamabar secara ekonomis. Ada beberapa konsep

yang menghubungkan toleransi ukuran dan toleransi geometrik, tetapi prinsip kondisi bahan maksimum telah dipergunakan sejak lama. Oleh karena itu ISO / TC 10 telah menerima prinsip ini, dan menghasilkan standar ISO 1101 / II.

Penggunaan prinsip ini membuat bagian tanpa mengganggu perakitannya atau persyaratan fungsionalnya, dimana terdapat ketergantungan timbal balik dari ukuran, bentuk, orientasi dan atau lokasi.

a. Definisi Prinsip Bahan Maksimum

Prinsip bahan maksimum adalah suatu prinsip memberi toleransi, yang memperhitungkan ketergantungan timbal balik dari toleransi ukuran dan toleransi bentuk, orientasi dan atau lokasi, dan mengijinkan penambahan toleransi geometrik bila elemen dari suatu bagian tertentu menyimpang dari kondisi bahan maksimumnya. Toleransi tambahan ini diperbolehkan asal saja bila kondisi sebenarnya dari batas-batas maksimum dan minimum tidak dilanggar.

b. Keuntungan-keuntungan Prinsip Bahan Maksimum

- Prinsip bahan maksimum bila sesuai dengan ketentuan di atas, dapat dipakai, harus dinyatakan dalam gambar penunjukan ini menghilangkan ketidak pastian dari bagian yang sebenarnya dapat memenuhi persyaratan yang tidak perlu.
- Penggunaan prinsip-prinsip ini berlaku karena berikut ini : susunan bebas dari komponen-komponen tergantung dari akibat gabungan dari ukuran sebenarnya setempat dan penyimpangan bentuk, orientasi dan atau lokasi dari elemen yang berpasangan. Kelonggaran (clearance) minimum untuk susunan dapat terjadi bila elemen-elemen berada pada ukuran bahan maksimum dan terdapat penyimpangan bentuk orientasi dan lokasi yang diizinkan dan paling merugikan. Bagaimanapun juga, akan terdapat kelonggaran yang lebih besar untuk susunan, bila pasangan ukuran dari elemen-elemen ini tidak berada pada ukuran bahan maksimumnya dan bila

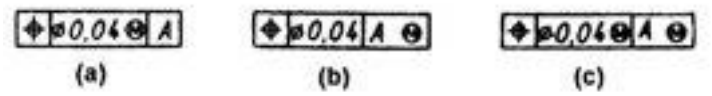
penyimpangan bentuk, orientasi dan lokasinya kurang dari maksimumnya, akibatnya ialah bila suatu elemen tidak pada ukuran bahan maksimumnya, penyimpangan bentuk, orientasi dan atau lokasi dapat melampaui toleransi yang telah ditentukan tanpa membahayakan penyusunannya.

- Penting untuk dicatat bahwa peningkatan toleransi bentuk, orientasi dan lokasi diatas dapat diterapkan pada satu bagian susunan tanpa menghubungkannya pada pasangan bagiannya. Penyusunan selalu dapat terjadi, walaupun bagian pasangannya telah disempurnakan hingga batas ekstrim dari toleransi dalam arah yang paling tidak menguntungkan untuk dirakit oleh karena penyimpangan total ukuran, bentuk, orientasi dan atau letak pada tiap bagian tidak akan dilampaui.

- Bilamana suatu toleransi bentuk, orientasi dan lokasi diterapkan pada sebuah elemen, yang menghubungkan pada sebuah elemen dasar, maka prinsip bahan maksimum mungkin diterapkan pada elemen dasar maupun pada elemen yang diberi toleransi. Dan dengan demikian memperoleh keuntungan penuh dari penyimpangan dari elemen dasar pada ukuran bahan maksimum.

- Dalam hal demikian lambang Ⓜ harus dibubuhkan juga pada penunjukan dasar dalam kotak referensi (lihat gambar dibawah) betapapun juga harus dicatat bilamana terdapat sekelompok elemen yang dihubungkan pada sebuah elemen dasar dengan batas ukurannya, penyimpangan elemen dasar dari ukuran bahan maksimum, membolehkan kenaikan yang sama dari elemen-elemen kelompok terhadap dasarnya, tetapi tidak terhadap satu sama lain. Bilamana kondisi bahan maksimum diterapkan, maka penyimpangan orientasi dan atau lokasi dapat diperiksa dengan alat ukuran yang dirancang khusus,seorang pembuat juga dapat memanfaatkan pembesaran toleransi, untuk mempergunakan proses yang lebih ekonomis, atau membagi toleransi ukuran elemen dan bentuk,

orientasi dan atau lokasi seoptimal mungkin, dengan memperhatikan peralatan dari prosedur yang dimilikinya.



Penunjukan dari kondisi bahan maksimum (I)



Penunjukan dari kondisi bahan maksimum (II)

c. Penunjukan kondisi bahan maksimum

- Penunjukan bahwa nilai toleransi maksimum diperlihatkan oleh lambang

  yang ditempatkan setelah:

  - Nilai toleransi (*Gbr. Penunjukan dari kondisi maksimum (I) a*)
  - Huruf dasar (*Gbr. Penunjukan dari kondisi maksimum (I) b*)
  - Atau kedua-duanya (*Gbr. Penunjukan dari kondisi maksimum (I) c*)

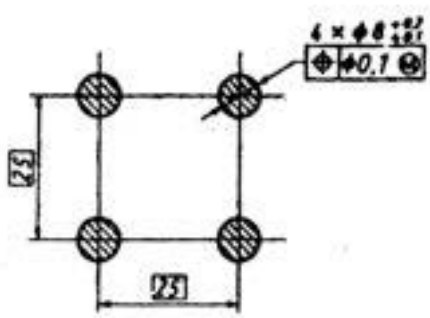
- Bilamana kondisi bahan maksimum berlaku berturut-turut untuk elemen yang diberi toleransi, elemen dasar atau kedua-duanya. Jika dasarnya tidak dinyatakan oleh sebuah huruf, kondisi bahan maksimum berlaku untuk elemen dasar dan dinyatakan dalam ruang ketiga dari kotak toleransi seperi pada *gambar penunjukan dari kondisi bahan maksimum (II). Ini merupakan ukuran bahan maksimum dari pena.*

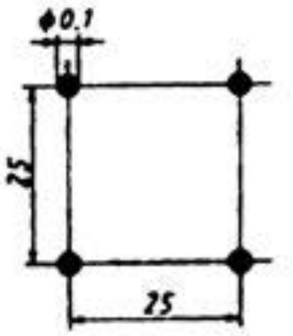
d. Contoh Prinsip Bahan Maksimum

- Cara normal, prinsip bahan maksimum yang telah dibahas dapat digambarkan sesuai posisi toleransi. Posisi merupakan bidang penggunaan yang paling luas untuk prinsip bahan maksimum. Pada *gambar empat buah lubang* memperlihatkan cara menggambar satu kelompok dari empat lubang. Sedangkan *gambar empat buah pena* memperlihatkan cara menggambar suatu kelompok dari empat pena tertanam yang harus masuk ke dalam kelompok lubang tersebut. Ukuran terkecil dari pasangan lubang adalah 8,1 mm. Ini merupakan ukuran bahan maksimum dari lubang. Ukuran terbesar dari pasangan pena adalah 7,9 mm. Ini merupakan ukuran bahan maksimum dari pena.

- Perbedaan antara ukuran bahan maksimum dari pena dan lubang adalah 8,1 – 7,9 = 0,2 mm. Perbedaan ini dapat dipergunakan sebagai toleransi posisi dari lubang dan pena. Dalam contoh ini toleransi tersebut dibagi merata antara lubang dan pena yaitu toleransi posisi dari lubang adalah Ø 0,1 mm (*Gbr. Empat buah lubang*) dan toleransi dari pena adalah juga Ø 0,1 (*Gbr. Empat buah pena*).

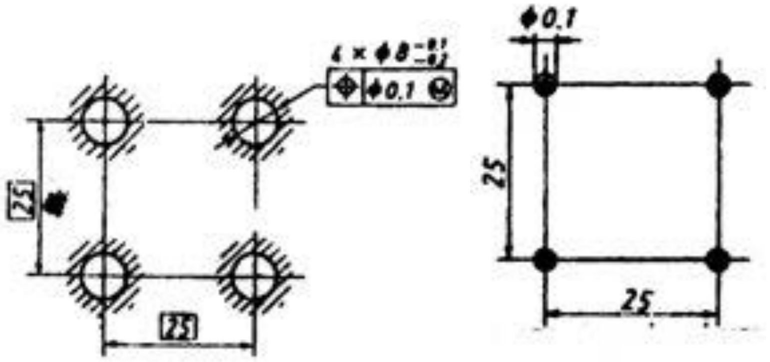
- Daerah toleransi seluas Ø 0,1 mm terletak pada posisi yang sebenarnya yang telah ditentukan oleh kotak referensi pada gambar (*Gbr. Penunjukan pada gambar*) atau gambar (*Gbr. Diagram toleransi paa ukuran maksimum*).





Penunjukan pada gambar Diagram toleransi pada ukuran maksimum

Gambar empat buah lubang



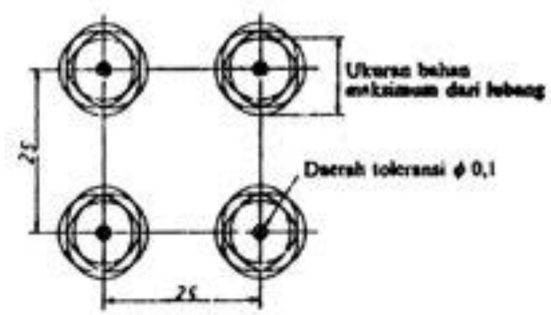
Penunjukan pada gambar ukuan bahan maksimum Diagram toleransi pada

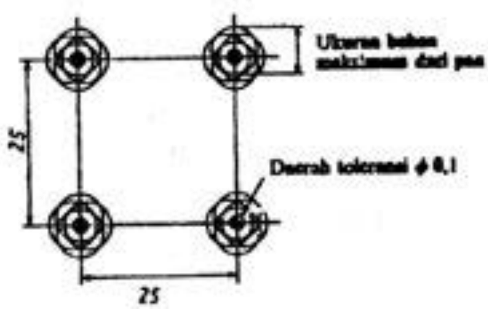
Gambar empat buah pena

- Dalam kondisi dimana ukuran pasangan dari suatu bagian pena (pena atau lubang) sama dengan ukuran bahan maksimum, maka lambang “M” tidak mempengaruhi toleransi posisi.
- Pada gambar posisi ekstrim dari lubang memperlihatkan bidang silinder untuk masing-masing lubang, semuanya dalam keadaan ukuran bahan maksimum. Pusat-pusatnya berada pada posisi ekstrim dalam daerah toleransi. Pada gambar posisi ekstrim dari pena memperlihatkan titik pada ukuran bahan maksimum. Dapat dilihat pada gambar posisi ekstrim dari lubang s.d. gambar ukuran pena yang sebenarnya bahwa susunan dari bagian-bagian masih dimungkinkan dalam keadaan-keadaan yang paling tidak menguntungkan.
- Salah satu lubang dalam gambar posisi ekstrim dari lubang diperlihatkan dalam skala besar dalam gambar ukuran lubang yang sebenarnya. Daerah toleransi untuk pusatnya adalah Ø 0,1 mm, ukuran bahan maksimum dari lubang adalah 8,1 mm semua lingkaran dengan diameter 8,1 yang pusat-pusatnya berada pada batas ekstrim

dari daerah toleransi Ø 0,1 membentuk lingkaran selubung dengan Ø 8,0 mm.

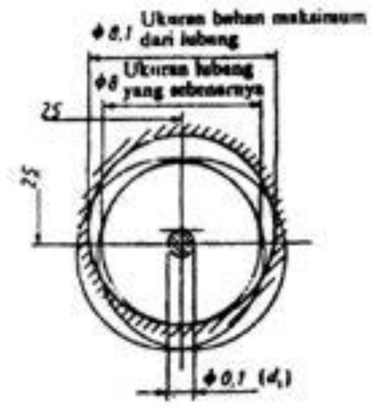
➲ Lingkaran atau silinder khayal ini, menurut ketentuan kondisi yang sebenarnya dari lubang dan ukuran yang sebenarnya adalah 8 mm. Ukuran silinder yang sebenarnya terletak pada posisi yang benar dan membentuk batasan fungsional untuk posisi pemakaian ulang.

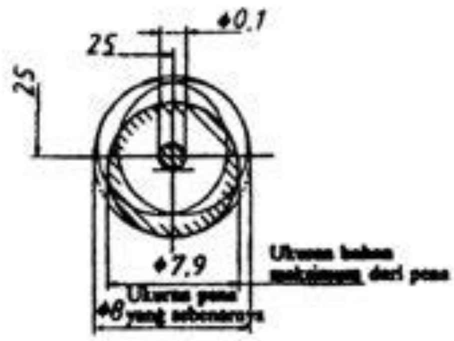




Gambar posisi ekstrim dari lubang

Gambar posisi ekstrim dari pena





Ukuran lubang yang sebenarnya

Ukuran pena yang sebenarnya

➲ Pada gambar ukuran pena yang sebenarnya memperlihatkan keadaan yang sama untuk pena. Ukuran bahan maksimum pena adalah 7,9 mm, dan daerah toleransi untuk pusatnya adalah Ø 0,1

mm. Permukaan-permukaan pena yang pusat-pusatnya terletak pada batas ekstrim dari daerah toleransi Ø 0,1 mm membentuk sebuah selubung silinder khayal dengan ukuran sebenarnya 8 mm.

Perlu dicatat bahwa ukuran bagian-bagian yang perlu dapat diperoleh walaupun elemen-elemen yang bersangkutan pena, dan lubang berada pada batas-batas ekstrim dari toleransi ukuran dan posisi, yaitu:

- ➲ Ukuran pasangan lubang pada ukuran bahan maksimum
- ➲ Ukuran pasangan pena pada ukuran bahan maksimum
- ➲ Pusat lubang dan pena berada pada posisi ekstrim dalam toleransi posisi yang telah ditentukan.

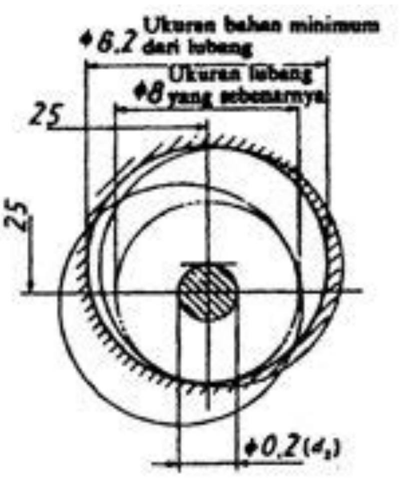
Bilamana ukuran pasangan lubang lebih besar daripada ukuran bahan maksimumnya, dan bilamana ukuran pasangan pena lebih kecil daripada ukuran bahan maksimum, maka terdapat tambahan toleransi antara pena dan lubang yang dapat dipergunakan untuk meningkatkan toleransi posisi dari pena dan lubang.

Keadaan ekstrim adalah bila ukuran pasangan lubang merupakan yang paling besar yang mungkin yaitu 8,2 mm. Ukuran ini adalah ukuran bahan minimum.

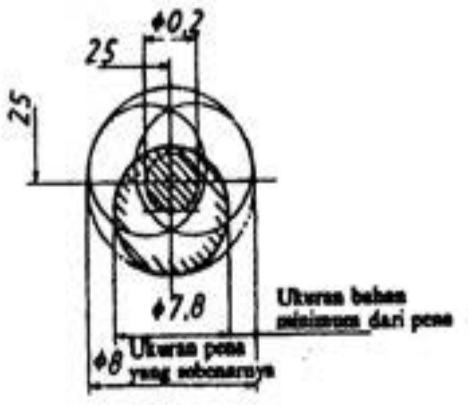
- ➲ Pada *gambar ukuran lubangyang sebenarnya* memperlihatkan bahwa pada ukuran bahan minimum, pusat lubang boleh terletak dimana saja daerah toleransi Ø 0,2 mm tanpa bidang lubang melanggar batas lubang ukuran yang sebenarnya.
- ➲ Pada *gambar ukuran penayang sebenarnya* memperlihatkan keadaan serupa mengenai pena. Bila ukuran pasang pena berubah dari Ø 7,9 ukuran bahan maksimum hingga Ø 7,8 ukuran bahan minimum, maka diameter dari daerah toleransi untuk posisi meningkat menjadi Ø 0,2 mm.

Pada contoh diatas ukuran bahan maksimum dan ukuran sebenarnya tidak sama. Mampu tukar terjamin oleh karena semua lubang berada di luar dan

semua pena berada di dalam silinder yang sebenarnya, yang mempunyai ukuran yang sama, dan terletak pada posisi yang benar. Ukuran dan letak silinder yang sebenarnya tetap tidak berubah, walaupun prinsip bahan maksimum diterapkan atau tidak.



Ukuran lubang yang sebenarnya



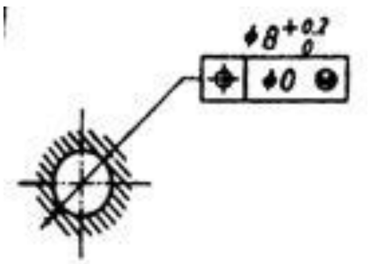
Ukuran pena sebenarnya

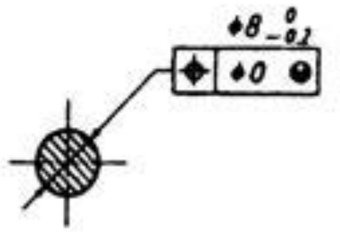
- Cara memberi toleransi posisi nol adalah bila lubang-lubang atau pena-pena terletak bahwa betul-betul didalam daerah toleransi, seperti misalnya pada pusat masing-masing daerah toleransi posisi, maka akan tersedia lebih banyak toleransi pasangan untuk masing-masing elemen pasangan. Yaitu ukuran lubang ternyata boleh menyimpang dibawah kondisi bahan maksimum terhadap (kondisi) ukuran sebenarnya 0,8 mm, dan ukuran pena ternyata boleh menyimpang diatas kondisi bahan maksimum terhadap (kondisi) ukuran sebenarnya 0,8 mm. Walaupun demikian, hal ini tidak demikian oleh karena batas-batas ukuran dan kondisi bahan maksimum dari lubang (Ø 8,0 mm) dan pena (Ø 7,9 mm) tidak boleh dilanggar.

- Cara memberi toleransi posisi nol (0) dapat dipergunakan dalam keadaan seperti diatas dan bilamana distribusi frekuensi total (ukuran dan posisi) hanya diperuntukan toleransi ukuran. Sebuah toleransi posisi nol (atau simetri lain yang cocok) harus diperinci hanya jika dinyatakan lambang dalam kotak toleransi yang dihubungkan pada elemen bersangkutan

(*lihat gbr. Toleransi pada K.B.M pada lubang dan gbr. Toleransi posisi nol pada K.B.M dari pena*). Untuk menghindari salah tafsir harus diingat bahwa bila diminta untuk membuat suatu bagian dengan ukuran sifat geometrik yang sempurna, cara tersebut pada hakekatnya menentukan bahwa penyimpangan geometrik harus cenderung kearah nol bilamana ukuran pasangan elemen cenderung ke ukuran bahan maksimum.

- Pada *gambar toleransi pada K.B.M* pada lubang memperlihatkan ukuran bahan maksimum lubang dalam *gambar empat buah lubang* dikurangi menjadi ukuran Ø 8,0 mm yang sebenarnya. Pada *gambar toleransi posisi nol pada K.B.M dari pena* memperlihatkan ukuran bahan maksimum pena dalam *gambar empat buah pena* dinaikkan menjadi ukuran Ø 8,0 mm yang sebenarnya. Perlu dicatat bahwa ukuran sebenarnya tidak berubah, ukuran bahan maksimum sama dengan ukuran sebenarnya dan ukuran pasangan boleh sama dengan ukuran sebenarnya bila penyimpangan terhadap posisi yang sebenarnya adalah nol.





Toleransi pada K.B.M pada lubang   Toleransi posisi nol pada K.B.M dari pena

RANGKUMAN

TUGAS

Buatlah Makalah terkait degan parameter proses kerja bubut!

TES FORMATIF

LEMBAR JAWABAN TES FORMATIF

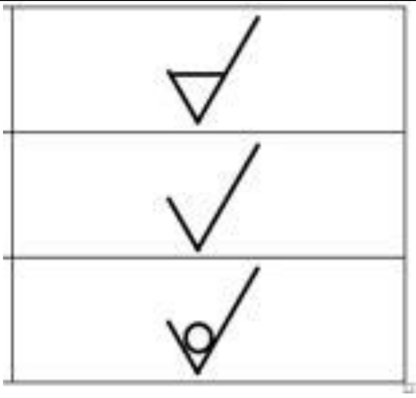
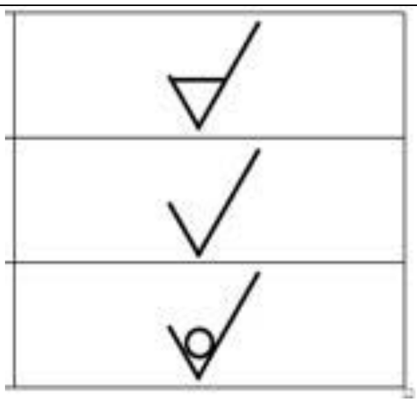
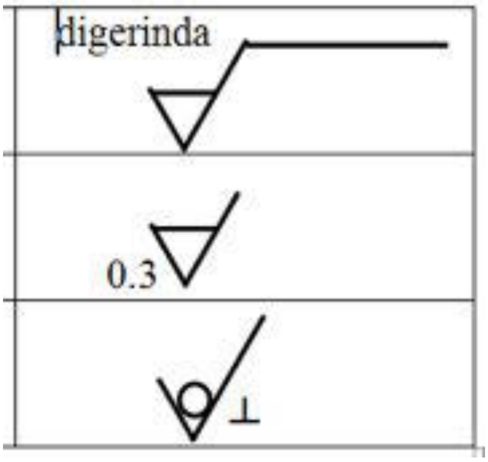
LEMBAR KERJA SISWA

BAB 5 SIMBOL DAN TANDA PENGERJAAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN : SIMBOL TANDA PENGERJAAN

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan arti dari simbul pada gambar

NO	GAMBAR	KETERANGAN

1		
2		
3		

TUJUAN PEMBELAJARAN

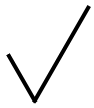
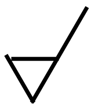
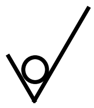
Setelah mempelajari materi ini siswa dapat:

- Memahami arti dari simbol pengerjaan
- Memahami penempatan simbol pengerjaan pada gambar
- Memahami ketentuan-ketentuan penempatan simbol pengerjaan pada gambar

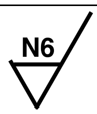
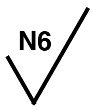
URAIAN MATERI

Tanda Pengerjaan Permukaan

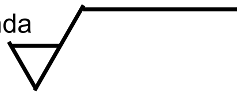
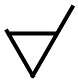
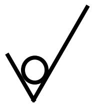
Simbol-simbol dasar

Simbol dasar atau pokok yang tidak mempunyai arti pengerjaan	
Permukaan harus dikerjakan, simbol pokok ditambah garis mendatar	
Permukaannya tidak boleh dikerjakan sedikitpun, simbol pokok ditambah lingkaran	

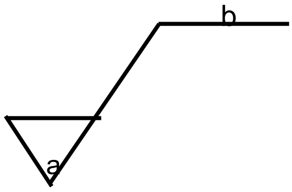
Simbol dengan harga kekasaran yang dikehendaki

Harga kekasaran yang harus dicapai (dikerjakan dengan mesin atau tanpa mesin) misal N6	
Harga kekasarn yang harus dicapai sebelum mendapat pengerjaan lebih lanjut	
Harga kekasaran yang dicapai sebelumnya dan tidak dikerjakan lanjut	

Simbol dengan tambahan perintah pengerjaan

Perintah harus dikerjakan dengan mesin yang dikehendaki (mesin gerinda)	digerinda 
Harus diberi ukuran kelebihan, untuk pengerjaan berikutnya	 0.3
Arah alur/ serat permukaan, bekas pengerjaan dengan mesin : ⊥; = M;C;R	 ⊥

Simbol letak perintah dan harga kekasaran



Keterangan :

A = harga kekasaran

B = cara/ proses pengerjaan

C = ukuran yang dilebihkan

D = arah alur/ serat bekas Pengerjaan.

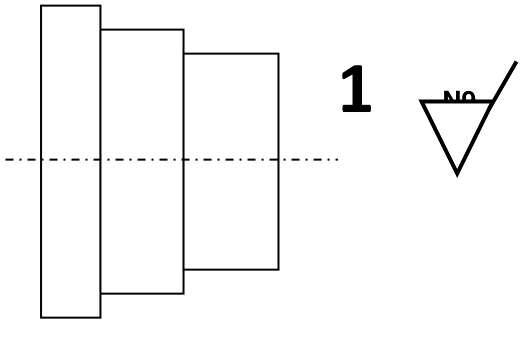
Peletakan Tanda Pengerjaan

Tanda pengerjaan itu harus diletakkan langsung pada permukaan hanya satu tanda saja untuk permukaan yang sama.

Bila ada simbol-simbol tambahan tanda pengerjaan harus diletakkan seperti gambar dibawah.

Tanda Pengerjaan Umum

Bila seluruh permukaan benda kerja itu harga kekasarannya sama, maka pemberian simbol cukup satu saja didekat nomor bagian.



Simbol-simbol arah alur pengerjaan

Lambang	PENGERTIAN
=	Sejajar dengan bidang proyeksi, dari pandangan dimana lambangnya dipergunakan.
⊥	Tegak lurus pada bidang proyeksi dari pandangan dimana lambangnya dipergunakan
X	Saling berpotongan dalam dua arah miring relatif terhadap bidang proyeksi dari pandangan dimana lambangnya dipergunakan
M	Dalam segala arah
C	Kurang lebih bulat relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan
R	Kurang lebih radial relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan

RANGKUMAN

TUGAS

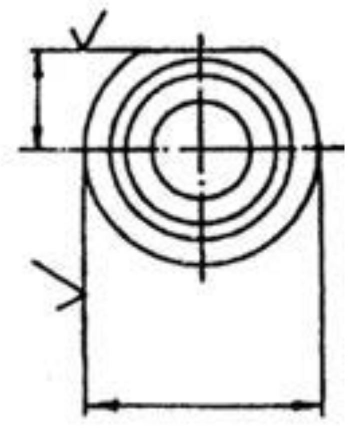
TES FORMATIF

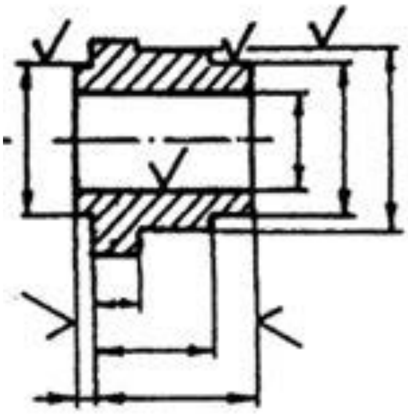
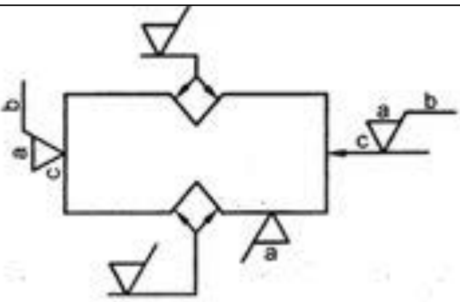
LEMBAR JAWABAN TES FORMATIF

LEMBAR KERJA SISWA

KEGIATAN PEMBELAJARAN : KEKASARAN PERMUKAAN

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan arti dari simbol pada gambar berikut

NO	GAMBAR	KETERANGAN
1		

2		
3		

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari materi ini siswa dapat:

- Memahami proses pembubutan tirus
- Memahami proses membuat kartel dengan mesin bubut

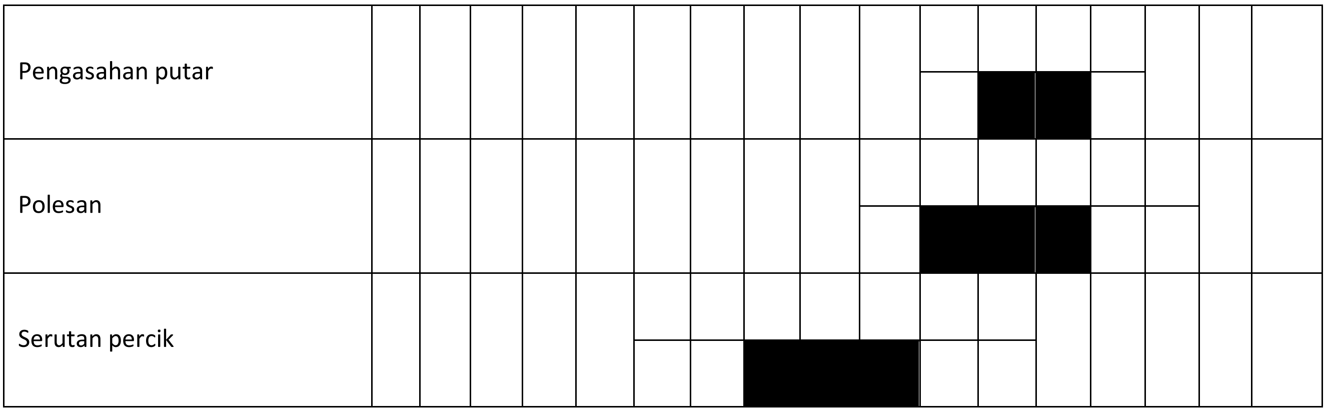
URAIAN MATERI

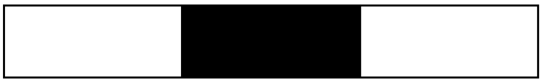
Kekasaran permukaan :

Tabel harga kekasaran permukaan :

CARA PENGERJAAN	KATEGORI KEKASARAN																
			- N 12	- N 11	- N 10	- N 9	- N 8	- N 7	- N 6	- N 5	- N 4	- N 3	- N 2	- N 1			
	Ra dalam µ m																
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	25	[illegible]	6.3	3.2	1.8	0.8		0.2	0.1		0.025	0.012	
Las potong		■	■	■													
Penggergajian					■												
Penggosokan kasar						■											
Pemotongan dengan gunting						■	■										
Penyemprotan pasir					■												
Penyemprotan peluru							■										
Bubutan kasar							■	■									
Bubutan halus									■	■							
Pengetaman																	

Pengeburan																		
Persingan																		
Reameran																		
Frais datar																		
Frais tegak																		
Peluasan lubang																		
Skrapan																		
Gerinda permukaan datar																		
Gerinda bentuk silinder																		
Pengasahan kasar																		
Penyelesaian sangat halus																		
Pengasahan rata																		



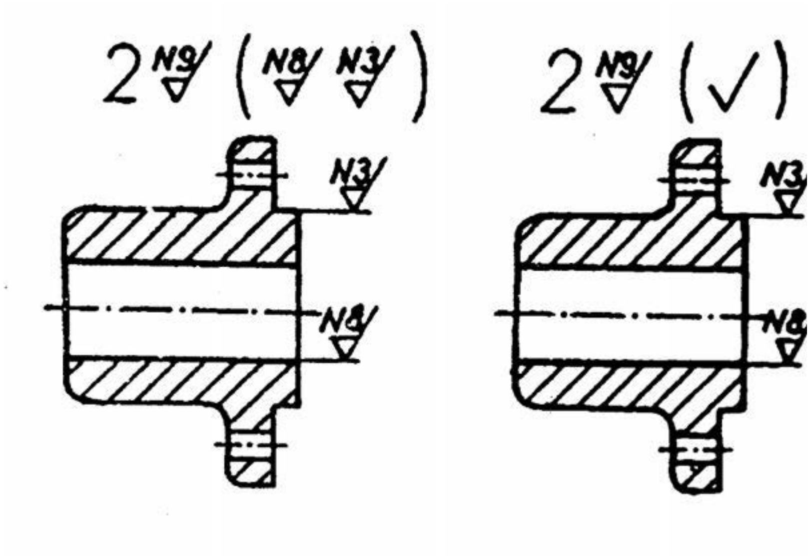


Harga kekasarn dengan simbol huruf N

Tingkat kekasaran dengan angka 1 s.d. 12

Harga kekasaran rata-rata Ra dalam satuan µm

Bilamana sebuah gambar kerja terdapat beberapa macam tingkat kekasaran yang harus dikerjakan, maka tanda pengerjaan umum diikuti dengan tanda-tanda pengerjaan khusus didalam tanda kurung. Atau tanda pengerjaan umum yang diikuti dengan simbol pokok tanda pengerjaan didalam tanda kurung.



Simbol-simbol arah alur pengerjaan

Lambang	PENGERTIAN
=	Sejajar dengan bidang proyeksi, dari pandangan dimana lambangnya dipergunakan.
⊥	Tegak lurus pada bidang proyeksi dari pandangan dimana lambangnya dipergunakan

X	Saling berpotongan dalam dua arah miring relatif terhadap bidang proyeksi dari pandangan dimana lambangnya dipergunakan
M	Dalam segala arah
C	Kurang lebih bulat relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan
R	Kurang lebih radial relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan

RANGKUMAN

TUGAS

TES FORMATIF

LEMBAR JAWABAN TES FORMATIF

LEMBAR KERJA SISWA

DAFTAR PUSTAKA

Sato, Takeshi; Hartanto, N. Sugiarto, 2008, Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, Pradnya Paramita, Jakarta.

Dwirahdiyanta, 2010, Buku 2 Proses bubut (Turning), jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas teknik UNY.

2004, Mempergunakan mesin bubut Departemen Pendidikan Nasional

Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Jakarta

Schonmetz, Sinnel., Reiter Heuberger, "Pengerjaan Logam dengan Mesin", *Angkasa, Bandung*, 1990.

Schanfelberger, Hans., "Normen Formeln Tabellen", *A. Schob Bookdruck*, *Zurich,* 2000.

Nicholson, Fred., "Shop Theory", *Mc. Graw Hill, Fourth Edition*.

Gunung Riyadi ST., Nunung., “Teori Bengkel”, *Tiga Serangkai, Solo*, 1987.

Carvill James, 2003, Mechanical Engineer’s Data Handbook, Butterworth-Heinemann, london

Seco. Tools. (2003). *“TurningGuidance”.* Sweden

Wurtemberger.G. (1982). *“TabellenbuchMetall”.*Wuppertal. Verlag Europa – Lehrmittel.

Rohim, Taufiq, (1993). *” Teori & Tekonologi Proses Pemesinan”,* Bandung, Penerbit ITB.

Mitsubishi, Corp, (2007) *” General Catalogue Mitsubishi Carbide”.*Jakarta, Mitsubishi Press.

http://fenasaditya.community.undip.ac.id/2010/07/30/mengukur-kecepatan-kapal/

http://id.wikipedia.org/wiki/Kapal

http://kapitanmadina.wordpress.com/2011/09/07/cara-menghitung-kecepatan-kapal-dan-jarak-di-laut-ilmu-pelayaran-datar/

http://rumah12.blogspot.com/2013/01/ukuran-kuantitatif-kapal.html

Moch. Sofi”I, 2008, ***Teknikkonstruksikapalbaja,*** Direktorat PSMK.

Nguman Hs dkk, 2004, ***Identifikasi ukuran kapal***, Dikdasmen.

Tim kurikulum SMK perkapalan, 2003, ***Mengenaljenis-jeniskapal***,Departemenpendidikannasional.

http://rumah12.blogspot.com/2013/01/ukuran-kuantitatif-kapal.html

Nguman Hs dkk, 2004, ***Identifikasi ukuran kapal***, Dikdasmen.

http://id.wikipedia.org/wiki/Kapal